2528
JUN 1936
7. APR

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

DREIUNDDREISSIGSTER JAHRGANG.

BAND XXXIII.

MIT 11 TAFELN, 3 BILDNISTAFELN UND 38 TEXTABBILDUNGEN
IN 78 EINZELFIGUREN.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a
1915

Sitzung vom 29. Januar 1915.

Vorsitzender: Herr J. BEHRENS.

Der Vorsitzende teilt mit, daß Herr Dr.

Wilh. Pietsch,

Assistent an der Kais. Biologischen Anstalt in Dahlem, am 1. Januar d. J. einer am 22. Dezember 1914 auf dem Felde der Ehre in Polen erhaltenen Kopfwunde erlegen ist.

Die Anwesenden ehren das Andenken an den Verstorbenen durch Erheben von ihren Plätzen.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Pulle, Dr. **A.,** Professor der speziellen Botanik und der Pflanzengeographie an der Universität **Utrecht** (durch A. ENGLER und F. A. F. C. WENT),

Kappert, Dr. phil. **Hans,** Assistent am Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in **Berlin-Dahlem** (durch G. HABERLANDT und C. CORRENS),

Dörries, Dr. phil. **Wilhelm,** Oberlehrer an der Oberrealschule in **Zehlendorf** b. Berlin, Gertraudstr. 10 (durch A. WEISSE und R. KOLKWITZ).

Zum ordentlichen Mitgliede wird ernannt Herr

Ginzberger, Dr. **August** in **Wien.**

Herr Geh. Bergrat Prof. Dr. KEILHACK hielt den angekündigten Vortrag über „Die Vegetationsverhältnisse tropischer und subtropischer Flach- und Hochmoore auf Ceylon".

Der Vortrag wird in der von der Gesellschaft herausgegebenen Vortragssammlung erscheinen.

Mitteilungen.

I. E. Rübel: Ergänzungen zu Brockmann-Jerosch und Rübels Einteilung der Pflanzengesellschaften.

(Eingegangen am 6. Januar 1915.)

Zweieinhalb Jahre sind vergangen seit dem Erscheinen unseres neuen Einteilungsversuches[1]). In dieser kurzen Zeit ist in der Pflanzengeographie viel gearbeitet worden. Das ruft nach einer Weiterarbeit in unserer Übersicht. Besprechungen des Buches haben gezeigt, wo der Ausdruck nicht volle Klarheit bot. Verschiedene Anregungen sind uns zugekommen, für die wir stets dankbar sind[2]). Seither haben wir eine Anzahl Verbesserungen, klarere Abgrenzungen und Bezeichnungen, genauere Definitionen eingeführt, die in einer englischen Ausgabe berücksichtigt werden sollten. Bei Beginn des Druckes brach der Krieg aus, was naturgemäß eine längere Verschiebung bedingt. Es erscheint mir daher angezeigt, die wichtigsten Änderungen hier auseinanderzusetzen zur Benutzung mit dem Büchlein von 1912.

Die neue Terminologie hat seither in einer Übersicht über die Pflanzengesellschaften der Erde[3]) Anwendung gefunden und sich als brauchbar erwiesen. Dadurch daß die Einteilung so gehalten ist, daß sie Platz für individuelle Einschiebungen gewährt, wovon wir auch selber Gebrauch machen, wird die Anwendbarkeit erleichtert.

Physiognomische Ökologie.

Der Standort bedingt die Pflanzengesellschaft, im Standort vereinigen sich die sämtlichen ökologischen Faktoren, die unendlich mannigfach sind, sich aber in die drei Gruppen der klimatischen,

1) H. BROCKMANN-JEROSCH und E. RÜBEL, Die Einteilung der Pflanzengesellschaften nach ökologisch-physiognomischen Gesichtspunkten. WILHELM ENGELMANN, Leipzig, 1912, (2,50 M.).

2) Es seien die hierin mitverwerteten von Dr. J. BRIQUET-Genf, Prof. Dr. L. DIELS-Berlin, cand. phil. Hellmuth GAMS-Zürich, Prof. Dr. KLEBS-Heidelberg, Dr. Ove PAULSEN-Kopenhagen, Prof. Dr. C. SCHRÖTER-Zürich, A. G. TANSLEY-Cambridge hervorgehoben.

3) E. RÜBEL: Ökologische Pflanzengeographie. Handwörterbuch der Naturwiss. G. FISCHER, Jena 1912—15. IV, Bd. 1913, p. 858.

edaphischen und biotischen Faktoren trennen lassen. Der Gesamtstandort sollte auch in der Charakterisierung der Pflanzengesellschaften zum Ausdruck kommen. Da jedoch die Gesamtökologie nicht zu fassen war, wurden einzelne ökologische Faktoren herausgegriffen. So z. B. die Gruppe der klimatischen Faktoren bei SCHIMPER; sein System ist ein klimatisch-ökologisches. Da die Klimafaktoren auf der Erde die umfassendsten genannt werden können, gibt diese Einteilung ein gutes Bild, es müssen aber die edaphisch bedingten Pflanzengesellschaften daneben aufgeführt werden, da sie im rein klimatischen System nicht Platz haben. Aber edaphische Faktoren können klimatische manchmal zum Teil oder ganz ersetzen und auch umgekehrt, was bei rein klimatischer Charakterisierung nicht berücksichtigt werden kann. Seit die Ökologie größere Fortschritte gemacht hat, besonders in der Richtung der edaphischen Faktoren, wird die Einteilung häufig edaphisch-ökologisch durchgeführt. Die Charakterisierung nannte sich dann kurzweg „ökologisch", wodurch viele Mißverständnisse hervorgerufen wurden. Um genau zu sein, muß man sie als „edaphisch-ökologisch" den „klimatisch-ökologischen Darstellungen gegenübersetzen. WARMING (1895) benutzte in erster Linie den außerordentlich wichtigen Faktor des Wassergehaltes des Bodens, GRÄBNER zog den Nährstoffgehalt des Bodens vor, die englischen Pflanzengeographen die Bodenunterlage, also jeweilen einen edaphischen Faktor, aber keiner davon ist so überwiegend allgemein, daß alle Pflanzengesellschaften der Erde danach sich unterscheiden ließen.

Es ist von großem Interesse, zu beobachten, daß die Bevorzugung des Edaphischen immer da hervortritt, wo Forscher ihr Hauptforschungsgebiet in ozeanischen Klimaten haben. Während das kontinentale Klima die Vegetationslinien deutlich getrennt zum Ausdruck bringt und eine klare, klimatische Vegetationsanordnung sichtbar wird, ist dies im ozeanischen Klima nicht der Fall. Dieses begünstigt in hohem Maße die Vermischung von Typen. Es sei z. B. daran erinnert, daß im stark ozeanischen Irland die nördlich kalte *Dryas octopetala* mit dem südlich warmen Erdbeerbaum *Arbutus unedo* vereint vorkommt und daß im Tessin sich Ölbaum und Alpenrose begegnen. Die vermischten Gesellschaften solcher ozeanischer Gebiete lassen sich nur verstehen, wenn man sie mit den Gegenden vergleichen kann, wo die Bestandteile getrennt vorkommen[1].

---

1) E. RÜBEL. The Killarney Woods (CO. KERRY, Ireland). The international phytogeographical excursion in the British isles. The New Phytologist, Vol. X, 1912, p. 54.

Da das ozeanische Klima also schwer verständliche Mischungen erzeugt, ist es nur logisch, daß man sich dort lieber an die edaphischen Faktoren gehalten und diese auch besonders für die Einteilung benutzt hat. Die klimatische und physiognomische Ökologie herrscht dagegen bei den Forschern aus weniger ozeanischen Gebieten vor, wie SCHIMPER-Basel, DRUDE-Dresden, DIELS-Marburg olim, usw.

Die Physiognomie des Blattes ist hauptsächlich vom Klima bedingt: Das mediterrane Klima erzeugt das immergrüne Hartlaub, der Winter der gemäßigten Zone den regelmäßigen Laubmangel der kalten Jahreszeit, das kontinental-tropische Klima das regengrüne Blatt usw. Waldklima, Wiesenklima, Wüstenklima spiegelt sich in der Physiognomie der Vegetation. Aber auch der Wassergehalt und der Nährstoffgehalt des Bodens bildet sich ab in der Physiognomie, in dem reicheren oder ärmeren, xerophilen oder hygrophilen Aussehen der Vegetation. Ebenso drückt der Einfluß des Weideviehs und anderer biotischer Faktoren der Physiognomie der Vegetation seinen Stempel auf. Daraus wäre also zu schließen, daß die Physiognomie am ehesten die Gesamtökologie annähernd auszudrücken vermöchte, und daß damit eine *physiognomisch-ökologische* Charakterisierung gegenüber den edaphisch-ökologischen und den klimatisch-ökologischen einen Fortschritt für die Ökologie bedeuten sollte[1]).

Von den neuen physiognomisch-ökologischen Einteilungen sei die von DRUDE besonders hervorgehoben[2]), die mit der unsrigen zu meiner Freude sehr viel gemeinsames hat. Jede hat 12 große Abteilungen. Daß die DRUDEschen dann direkt zur Einheit des Vegetationsreiches zusammengefaßt werden, während unsere Übersicht noch eine Zwischenstufe von vier Typen aufweist, ist von untergeordneter Bedeutung, es ändert höchstens den Stufennamen, hier Formationsklasse, dort Vegetationstypus, aber nicht das Wesen. Soll ich neben den allgemeinen und großen Gemeinsamkeiten auch die Unterschiede nennen, so wären es kurz folgende: DRUDE faßt die Gebüsche der verschiedensten Ökologie in eins zusammen, während BROCKMANN und RÜBEL jede Gebüschgruppe der nächst verwandten Waldgruppe angliedern. Die meisten Waldgruppen

1) Es soll dabei nicht verkannt werden, daß die Physiognomie noch von anderer Seite her Einwirkungen erhält, was komplizierend und verwischend wirkt, nämlich von der ererbten, innern Konstitution jeder einzelnen Pflanzenart.

2) O. DRUDE. Die Ökologie der Pflanzen. Die Wissenschaft. Bd. 50 FRIEDR. VIEWEG und Sohn, Braunschweig 1918.

sind bei beiden Einteilungen die gleichen, wie auch die Gesellschaften der Trockeneinöden. DRUDEs „VII. Typus der immergrünen Graswiesen und Grasmoore“ entspricht den beiden Gruppen Sempervirentiprata und Emersiprata, umgekehrt die Submersiprata den beiden Typen X und XII der Süßwasserbestände und der submersen Halophytenformationen, da BROCKMANN und RÜBEL den edaphischen Faktor der Salinität nicht als dienlich zur Scheidelinie von höchstem Rang bewerten. Nicht so glücklich erscheint mir DRUDEs „IX. Vegetationstypus der Chamaephyten, Moose und Flechten auf saurem Boden“, in welchem sich die Hochmoore vereint finden mit den Kälteeinöden der hochalpinen Gräte und den Pflanzen des beweglichen Gerölls.

Eine stark mit der BROCKMANN- und RÜBELschen übereinstimmende Einteilung bringt MARCEL HARDY[1]) in seiner neuen, populären Einführung in die Pflanzengeographie. In einer Reihe kurzer Kapitel bespricht er die Hauptvegetation der Erde in sehr klarer Weise; aber außer der Mangrove fehlen alle hauptsächlich edaphisch bedingten Gesellschaften, so die gesamte Sumpf- und Wasservegetation, ferner fehlen die Heiden, Hochmoore und immergrünen Wiesen, obwohl sie in der Einleitung stark berücksichtigt sind[2]).

Hiemisilvae, regengrüne Wälder.

Unter den Gehölzen benötigten die Hiemisilvae eine ausführlichere Begründung.

Unter Hiemisilvae, regengrünen Wäldern, verstehen wir die Deciduilignosa, deren vorherrschende Holzpflanzen Bäume sind, *die ihr Laub in trocken-heißen Perioden unregelmäßig abwerfen, sich dagegen bei größerer Feuchtigkeit rasch wieder belauben.*

Syn.: *Sommerkahler Laubwald (auct. div.), Monsunwald (auct. plur.), Tropodrymium (DIELS 08), Trockenwald usw. (ENGLER 08).*

Beisp.: Monsunwald, Savannenwald, Dornwald, *Prosopis velutina*-Wald (SHREVE 13).

Es handelt sich hier um Wälder trocken warmer, also mehr oder weniger kontinental tropischer Gegenden. Diese Wälder können in sehr verschiedener Ausbildungsweise auftreten. Ent-

1) M. E. HARDY. An introduction to plant geography. The Oxford geographies. Oxford 1913.

2) Speziell für England geschrieben, soll das Büchlein vielleicht mit der übrigen Vegetation bekannt machen, während es die britische, die hauptsächlich aus den genannten Gesellschaften besteht, als bekannt voraussetzt. Literatur wird gar keine zitiert.

sprechend der Ungunst des Klimas sind die Laubblätter klein und häufig zusammengesetzt nach Art der Akazienblätter (*Prosopis*, *Parkinsonia*). Ausnahmen mit größeren Blättern finden sich in Gebieten mit ziemlich regelmäßig auftretender Feuchtigkeit, z. B. bei *Tectona grandis* und *Butea frondosa*. Der Blattstiel kann bei zusammengesetzten Blättern verbreitert sein und bei der Assimilation beträchtlich mithelfen. Oft bleibt er auch länger in Tätigkeit als die Blättchen, da bei dem unregelmäßigen Laubfall oft zuerst diese und erst später die Blattstiele abfallen (*Parkinsonia*). Bei einzelnen Arten wird die Assimilationsgelegenheit noch durch grüne Rinde vergrößert.

Die regengrünen Wälder können in bezug auf Epiphyten und Lianen interessante Verhältnisse zeigen. Diese beiden Wuchsformen werden häufig benutzt zur Charakterisierung von Klima und Vegetation der feuchten Tropen. Sie kommen aber auch außerhalb dieses Klimas vor. Es gibt Epiphyten und Lianen von recht verschiedener Ökologie; dieser Punkt wird in der Pflanzengeographie meist zu wenig gewürdigt.

Lianen kommen in den regengrünen Wäldern wohl vor, aber ohne eine große Rolle zu spielen. Von denen der Regenwälder unterscheiden sie sich in mehrfacher Beziehung. Sie haben Knospenschutz und hinfälliges Laub, während die Lianen im Regenwald ohne Knospenschutz auskommen können und immergrünes Laub besitzen, das senkrecht zum einfallenden Lichte steht. Andere Lianen haben blattlose, sukkulente, sich der Unterlage anschmiegende, mit Wurzeln befestigte Achsen. Hierher gehören vor allem schlingende Kakteen. Diese können auch epiphytisch auftreten, indem sie sich an den Stämmen emporschlingen und unten absterben oder aber von Anfang an auf den Ästen keimen. So kann sogar dieselbe Art bald als Liane, bald als Epiphyt auftreten. Andere Arten finden sich nur als Epiphyten, wobei sie oft mehr Vegetationsmasse entwickeln als die Unterlage. Neben diesen blattlosen kommen auch beblätterte Epiphyten vor, die massenhaft die Stämme und Äste bedecken können. Zwischen diesen Epiphyten und denen der feucht tropischen Wälder besteht ein großer Unterschied in der Ökologie. Beide Gruppen sind natürlicherweise mehr oder weniger xerophil gebaut, weil sie auf das atmosphärische Wasser angewiesen sind. Der Kampf ums Dasein hat diese Pflanzen dazu getrieben, den Erdboden unter Verzichtleistung auf eine regelmäßige Wasserversorgung zu verlassen, um den einen Faktor, das Licht zu erringen, das infolge der Konkurrenz im Innern nur im Minimum vorhanden ist. Die breitlaubigen Assimi-

lationsorgane der Epiphyten feucht tropischer Gebiete nützen das Licht des eroberten Standortes gut aus. In den kontinental tropischen und subtropischen, lichtstärkeren Gegenden sind die Epiphytenblätter schmal zusammengerollt oder mit Haaren oder Filz bedeckt. In den regengrünen Wäldern finden sich nur Epiphyten dieser Art zusammen mit den blattlosen sukkulenten. Solche Epiphyten sind eigentlich etwas widersinniges. Um mehr Licht zu erringen, verzichten sie auf die Wasserversorgung durch den Boden. Infolge der zu geringen Niederschläge sind sie nun gezwungen, ihre Oberfläche einzuschränken und können somit das Licht nicht völlig ausnutzen. Es ist eben in dieser Pflanzengesellschaft nicht mehr das Licht der wichtigste, im Minimum vorhandene Faktor wie im feucht tropischen Regenwald, sondern das Wasser. Die regengrünen Wälder sind licht, die Epiphyten erhalten auch bei voller Belaubung genügend Helligkeit. Die Blattepiphyten weisen durch ihre Verwandtschaft nach den feucht tropischen Gebieten. Im trockenen Gebiet mußten sie ihre Ökologie ändern, aber trotz des xerophileren Baues hindert sie die epiphytische Lebensweise, eine größere Bedeutung in den Hiemisilvae zu erlangen. Sie beschränken sich meist auf die Küstengebiete, da sie bei den geringen Niederschlägen auf feuchte Luft angewiesen sind. Dort können sie massenhaft vorkommen und im Landschaftsbild eine große Rolle spielen.

Hiemifruticeta, regengrüne Gebüsche.

Diese Formationsgruppe wurde von uns neu eingefügt.

Unter Hiemifruticeta, regengrünen Gebüschen, verstehen wir Deciduilignosa, deren dominierende Pflanzen Gebüsche sind, die ihr Laub unregelmäßig während trocken-heißen Perioden abwerfen, aber rasch frisches Laub erzeugen, wenn vermehrte Feuchtigkeit herrscht.

Syn.: Dorngebüsch (auct. div.).

Beisp.: *Prosopis*gebüsch, *Zizyphus*gebüsch.

Die regengrünen Wälder werden gegen das Innere der Kontinente immer lichter mit den abnehmenden oder unregelmäßig werdenden Niederschlägen. Die Bäume rücken auseinander und machen immer mehr Gebüschen Platz. Schließlich fehlen sie ganz oder treten an Menge so stark zurück, daß wir regengrüne Gebüsche vor uns haben. Sie begrenzen die regengrünen Wälder gegen die Trockeneinöden hin und dringen an feuchteren Stellen in diese hinein.

Auch unter biotischem Einfluß können regengrüne Gebüsche entstehen, wenn die regengrünen Wälder durch Abholzen oder durch Beweidung in ihrer Entwicklung gehemmt werden.

Noch mehr als die entsprechenden Wälder sind diese Gebüsche licht und besitzen, wenigstens während eines Teiles des Jahres, einen meist krautigen oder grasigen Unterwuchs. Epiphyten und Lianen treten zurück, dagegen dringen sukkulente, besonders kandelaberförmige Gewächse, wie Kaktaceen und Euphorbiaceen, aus den benachbarten Trockeneinöden häufig in die regengrünen Gebüsche ein.

Im Salton Sink im südlichen Kalifornien trafen wir ein regengrünes Gebüsch. Wo der Grundwasserstand dort Einfluß gewinnt, gedeiht statt spärlicher Strauch- und Sukkulentensteppe ein ziemlich dichtes Gebüsch solcher regengrüner Pflanzen. Vorherrschend waren zwei Schmetterlingsblütler, die Schraubenbohne *Prosopis pubescens* und der „Mesquite" *Prosopis glandulosa.* Häufig und mitdominierend war *Atriplex canescens*, daneben kam auch *Atriplex lentiformis* vor. Den Unterwuchs bildete außer einigen Stauden hauptsächlich das Salzgras *Distichlis spicata.*

Aciculilignosa, Nadelgehölze.

Auf den Vorschlag von A. G. TANSLEY verwenden wir nun Aciculilignosum statt Conilignosum, Aciculisilva statt Conisilva, Aciculifruticetum statt Conifruticetum, da diese Ausdrücke bedeutend besser das Beabsichtigte wiedergeben. Die Definition lautet nunmehr:

Unter Aciculilignosa, Nadelgehölzen, verstehen wir die Bestände mit vorwiegend nadeltragenden Holzpflanzen. Unter Nadeln sind schmale, lineale Blätter zu verstehen, die meist eine besondere mechanische Verstärkung, aber sozusagen keine besonders ausgebildeten Interzellularen enthalten.

Mangrove.

Die Stellung dieser edaphischen Flutgehölze unter die Pluviifruticeta, die Regengebüsche, hat mehrfach Widerspruch hervorgerufen. In der Mangrove finden sich ja Sträucher und Bäume, aber die meisten dieser Pflanzen zeigen Wurzeln, die von den Zweigen abwärts wachsen und zu neuen stammartigen Stützen der kontinuierlich wachsenden Krone werden[1]). Diese Pflanzen, obwohl

---

1) „Bäume sind Holzpflanzen von meist hohem Wuchs, die einen Hauptstamm besitzen, der sich nur nach katastrophenartigen Eingriffen durch Äste oder Wurzelbrut erneuert. Ein Baum hat ein natürlich beschränktes Alter.

sie einen kleinen Hauptstamm besitzen können, werden durch dieses Fortwachsen und diese Stelzwurzeln strauchwertig. Einige Arten können sogar weiterwachsen, wenn dieser Hauptstamm zugrunde geht. Einzelne andere Arten, besonders *Bruguiera gymnorrhiza*, sind richtige Bäume; sie nehmen die mehr landeinwärts gelegenen Teile ein und bilden einen Übergang zu den Regenwäldern. Alle diese Erwägungen und die allgemein geringe Höhe dieser Pflanzengesellschaft bewogen uns, die Mangrove bei den Pluviifruticeta zu belassen. Stelzwurzeln und Pneumatophoren, die sie zu trennen scheinen, finden sich auch bei anderen Vertretern der Regengehölze, wenn auch nicht in dieser extremen Form. Zweifellos ist die Mangrove eine wohlabgegrenzte Formation innerhalb dieser Formationsgruppe; man mag ihr vielleicht den Rang einer eigenen Untergruppe geben. Andererseits ist die Mangrove wie anderes Regengebüsch immergrün und die Sproßenden haben keinen Knospenschutz.

Sphagniprata, Hochmoore.

Zu den Prata übergehend sei zuerst eine Rangerniedrigung erwähnt[1]). So bedeutsam die Hochmoore sind, scheinen sie uns doch nicht denselben hohen Rang zu verdienen wie die vielgestaltigen, umfassenden Terriprata, Bodenwiesen, und Aquiprata, Wasserwiesen. So haben wir denn die Wertigkeit um eine Stufe von den Formationsklassen zu den immer noch weitumfassenden Formationsgruppen herabgesetzt und die Hochmoore der großen Klasse der Wasserwiesen unterstellt, wo ihre Definition nun folgendermaßen lautet:

Unter Sphagniprata, Hochmooren, verstehen wir Aquiprata, die auf Meteorwasser angewiesen sind, Sümpfe bilden, ihren Boden und ihren eigenen erhöhten Grundwasserstand, vorzugsweise durch eine Sphagnumdecke, selber erzeugen.

Sträucher dagegen sind Holzpflanzen von meist niedererem Wuchs als die eben genannten und besitzen mehrere gleichhohe Stämmchen, die sich je nach Bedarf vermehren und nach und nach einander ersetzen. Zu den Sträuchern rechnen wir auch solche Gewächse, die nur stellenweise oberirdisch verholzen, im übrigen dagegen mehr oder weniger krautig oder sukkulent bleiben." (BROCKMANN und RÜBEL, 1912, p. 84.)

1) In der Systematik sind ja Rangerhöhungen und -erniedrigungen ungemein häufig, sowohl zwischen Varietät und Art, als auch bei den großen Abteilungen, besonders bei den „Thallophyten".

Steppen und Wüsten.

Der Begriff der Steppe ist ursprünglich ein rein wirtschaftlicher[1]. In Südrußland wurden mit „Stjep“ die weiten Ebenen bezeichnet, die keinen Wald trugen und nicht geackert wurden, sondern nur als Weide dienten. Diese unbebauten Strecken, diese trockenen, unendlichen Ebenen, machten einen starken Eindruck auf den Reisenden aus dem grünen, waldigen Mitteleuropa. Bald wurde daher der Name „Steppe“ der Ausdruck für jegliche, durch Trockenheit verursachte, spärliche Vegetation. Trockene Wiesen, Strauchsteppen, Salzsteppen, überhaupt allerart Einöden wurden eingeschlossen bis zur Grenze der extremeren Wüste; schon bei HUMBOLDT ist der Ausdruck in diesem weiten Sinne als allgemein bekannt gebraucht. Der wirtschaftliche Begriff erhielt einen unsicheren, sehr ausgedehnten Vegetationsbegriff, der sehr verschiedenartig gebraucht und mißbraucht wird und allzu verbraucht ist, um wieder auf eine bestimmte Pflanzengesellschaft eingeschränkt werden zu können. Ökologisch erweisen sich die „Wiesensteppen“ oder „Rasensteppen“, auch „Grassteppen“[2] genannt, sehr verschieden von den „Strauchsteppen“, „Lößsteppen“ usw. Deshalb wollen wir den allgemeinen Ausdruck „Steppe“ nicht mehr für eine Formationsklasse benutzen, sondern physiognomisch-ökologisch trennen. Die ungarisch-südrussischen Rasensteppen, die amerikanischen Prärien und Plains und dgl., die einen ± geschlossenen Rasen darstellen, werden daher zu unserer Formationsgruppe der Duriprata, Hartwiesen, gezählt.

Die Chamaephytensteppen, die entschieden offenen Pflanzengesellschaften, wie *Artemisia*steppe usw., die Salz-, Löß-, Lehmsteppen, Strauchsteppen, Sukkulentensteppen, fassen wir mit den nur graduell, nicht prinzipiell verschiedenen Wüsten zusammen zu einer Formationsklasse, die der Siccideserta, Trockeneinöden. Dieser deutsche Ausdruck ist nicht schön, aber da unser Sprachgebiet solche Gesellschaften nicht enthält, kennt unsere Sprache für diese Typen auch keine einfachen, passenden Worte. Der un-

1) Ausführlich in: E. RÜBEL. Heath and Steppe, Macchia and Garigue. The Journal of Ecology, Vol. II, 1914, Dez.-Heft.

2) Die Benutzung des systematischen Ausdruckes „Gras“ ist unglücklich, weil sie der Ökologie nicht durchweg entspricht. Das „Gras“ *Stipa tenacissima* z. B. ist durch seine ausdauernden, also immergrünen, Blätter strauchwertig. Die subtropischen Halfagrassteppen sind also, wie ihre ökologisch allernächsten Verwandten, die Artemisia-herba-alba-Steppen, physiognomisch-ökologisch gesprochen, Strauchsteppen.

schöne Ausdruck ist immerhin noch besser als der verbrauchte Name Steppe, der so leicht zu Mißverständnissen führt. Manche Diskussion habe ich schon um diese Gesellschaft gehabt, wobei schließlich herauskam, daß man materiell einig war, aber sich beim Wort „Steppe" eben verschiedenes vorstellte, bald Duriprata, bald Siccideserta. Der beliebte Ausdruck Steppe kann vielleicht doch in der Synökologie weiter gebraucht werden, wenn man ihn immer nur mit unzweideutigen Präfixen benutzt, also z. B. einerseits Rasensteppe (Grassteppe ist, wie in Anm. 2 bemerkt, nicht immer unzweideutig), andererseits Strauchsteppe, Sukkulentensteppe oder dgl.

Die bisher als Formationsklasse geführten Siccissimideserta, Wüsten haben wir als solche eingezogen, da die Unterschiede von den Strauch-, Sukkulentensteppen usw. ja nur graduell und dazu *nicht groß genug* erscheinen, um die hohe Wertigkeit einer „Klasse" beanspruchen zu können.

Zürich-Fluntern, Sylvester 1914.

---

2. A. Schulz: Über einen neuen Fund von hallstattzeitlichen Kulturpflanzen- und Unkräuter-Resten in Mitteldeutschland.

(Eingegangen am 20. Januar 1915.)

Bis jetzt sind erst recht wenige deutsche aus dem älteren Abschnitte der prähistorischen Eisenzeit, der sog. Hallstattzeit, stammende Kulturpflanzen- und Unkräuter-Reste wissenschaftlich untersucht und beschrieben worden. Aus dem Flußgebiete der Saale und den Nachbargegenden waren meines Wissens solche vor dem Jahre 1913 mit Sicherheit überhaupt nicht bekannt. In diesem Jahre hat RICHARD ORTMANN in Merseburg bei dem südwestlich von Merseburg in der Nähe der Station Wernsdorf der Eisenbahnlinie Merseburg—Mücheln gelegenen Dorfe Braunsdorf am Leihabache eine ausgedehnte Siedelung aus der Hallstattzeit entdeckt und untersucht[1]). Die Örtlichkeit dieser Siedelung ist schon vor der Hallstattzeit von neolithischen Schnurkeramikern und auch nach der Hallstattzeit, in der Latenezeit, bewohnt worden.

1) Vgl. hierzu SCHULZ, Über Kulturpflanzen und Unkräuter Deutschlands in prähistorischer Zeit. I., *Zeitschrift f. Naturwissenschaften* Bd. 85 (1914) S. 329 u. f., sowie Taf. 3.

Aus der Hallstattzeit stammt eine größere Anzahl von Wohngruben Vorratsgruben und Abfallgruben, die in dem dortigen Lehmbode bis 2 m tief angelegt sind. In einer der Wohngruben wurde außer Resten des Lehmbewurfes der aus Zweigen geflochtene Hüttenwände, die ehemals darüber errichtet waren, Webegewichter Tongefäßscherben, verkohlten Resten von Hund, Schwein, Schaf Ziege, Rind, Edelhirsch und Hase, auch verkohlte Pflanzenrest gefunden. Offenbar waren der Inhalt der Wohngrube und di darüber errichtete Hütte durch eine Feuersbrunst zerstört worden Die verkohlte Pflanzenmasse der Wohngrube — die mir von Herr ORTMANN zur Untersuchung übergeben wurde — bestand zur größten Teil aus Bruchstücken von Grasblättern und breitgedrückte Grashalmen, d. h. Stroh, mit dem ehemals offenbar der Boden de Grube und vielleicht auch das Dach der darüber errichteten Hütt bedeckt waren. In das verkohlte Stroh waren Holzkohlenstück — wohl meist Reste der geflochtenen Wände und des Daches de Hütte — sowie Früchte und Samen und Bruchstücke davon ein gebettet.

Die Früchte und Samen gehören teils zu Kulturgewächsen teils zu Ackerunkräutern.

Die Kulturgewächse sind Weizen und Saatgerste, sowie Lein Dotter und Sau- oder Buffbohne.

Vom Weizen fand ich nur 10 Früchte. Sie sind recht un gleich groß. Die größten sind 6 mm lang; ihre größte Breite, di ungefähr in ihrer Mitte liegt, beträgt $2^3/_4$—3 mm; ihre Dicke be trägt $1^3/_4$—2 mm. Die übrigen sind zum Teil viel kürzer, abe zum Teil wesentlich breiter. Die Bauchseite der Früchte is schwächer, ihre Rückenseite ist stärker gewölbt. Die Rinne de Bauchseite ist schmal und tief. Die Früchte sind rezenten *Triticum vulgare*-Früchten so ähnlich, daß ich annehmen möchte daß sie zu dieser Formengruppe[1]) gehören[2]).

Auch die Anzahl der gefundenen Saatgerstenfrüchte is nicht bedeutend. An keiner Frucht sind die Deck- und die Vor spelze vollständig erhalten, an den meisten haften nur noch winzige

1) Betreffs der Formengruppen des Weizens vgl. SCHULZ, Die Geschicht des Weizens, Zeitschrift f. Naturwissenschaften, Bd. 83 (1911), S. 1 u. f., und Ders., Die Geschichte der kultivierten Getreide, Bd. 1 (Halle 1913), S. 4 u. f.

2) Sie könnten allerdings auch zu *Triticum dicoccum* oder sogar zu *Tr. Spelta* gehören. Ich bezweifle es, daß man Früchte dieser beiden Formengruppen im verkohlten Zustande mit voller Sicherheit von *Tr. vulgare*-Früchten unterscheiden kann. Vgl. SCHULZ, Über Kulturpflanzen und Unkräuter usw. a. a. O. S. 380.

Spelzenfetzen. Es läßt sich infolgedessen nichts darüber sagen, zu welcher *Formengruppe* oder *Formenuntergruppe* der Saatgerste[1]) die Braunsdorfer Früchte gehören. Sie sind meist 5—6 mm lang und $2^2/_3$ mm breit. Eine Frucht ist jedoch $7^1/_2$ mm lang und $3^1/_2$ mm breit, eine andere dagegen nur 4 mm lang, aber $2^3/_4$ mm breit.

Roggenfrüchte, die in anderen Gegenden Deutschlands (in Schlesien, in der sächsischen Oberlausitz und wahrscheinlich auch in Westfalen) in hallstattzeitlichen Siedelungen gefunden worden sind, waren in der Braunsdorfer Wohngrube nicht vorhanden. Ich konnte auch in dem verkohlten Stroh dieser Grube kein Roggenstroh nachweisen.

Vom Lein habe ich nur wenige Samen gefunden. Sie sind ungefähr $3^1/_2$ mm lang und an der breitesten Stelle nicht ganz 2 mm breit. Da sie deutlich geschnäbelt sind, so muß man wohl annehmen, daß sie zu *Linum usitatissimum* gehören. Nach HOOPS fehlte es „auf europäischem Boden bislang an zuverlässigen Funden dieser Kulturpflanze. Der erste sicher bestimmte Fund, von *L. usitatissimum* ist ein Klumpen von verkohlten Leinsamen aus Frehne im Kreise Ostpriegnitz, einer germanischen Siedlung aus dem 3.—5. Jahrhundert nach Chr.“[2]).

Vom Dotter habe ich nur zwei Schotenklappen gefunden. Sie sind ungefähr 7 mm lang und haben schwachen Mittelnerv und undeutliches Adernetz. Wahrscheinlich gehören sie zu *Camelina sativa*.

Von der Sau- oder Buffbohne, *Vicia Faba*, waren in dem verkohlten Stroh nur zwei ganze Samen und ein aus dem Nabel und der angrenzenden Partie bestehendes Stück der Schale eines anderen Samens vorhanden. Die Samen, die bei der Verkohlung stark geschrumpft sind, haben nur eine Länge von $5^1/_2$—$6^1/_2$ mm und eine Dicke von 4—$4^1/_2$ mm. Ihr elliptischer Nabel hat einen Längsdurchmesser von ungefähr 3 mm. Der Längsdurchmesser des Nabels des Samenschalenbruchstückes ist etwas kürzer.

Die Ackerunkräuter, deren Früchte und Samen ich in der Braunsdorfer Wohngrube nachgewiesen habe, sind: *Avena fatua*, der Flughafer; mehrere *Polygonum*-Formen, wahrscheinlich *P.*

---

1) Betreffs der Formengruppen der Saatgerste vgl. SCHULZ, Die Geschichte der Saatgerste, Zeitschrift für Naturwissenschaften, Bd. 83 (1911), S. 197 u. f., und Ders., Die Geschichte d. kultivierten Getreide, Bd. 1 (Halle 1913), S. 86 u. f.

2) HOOPS, Artikel Flachs in seinem Reallexikon der Germanischen Altertumskunde, Bd. 2 (Straßburg 1913), S. 58—68 (60).

Persicaria, *P. lapathifolium* und *P. Convolvulus*, von denen zahlreiche Früchte vorkamen; eine *Chenopodium*-Form, wahrscheinlich *Ch. album*, von der ich viele Samen und Samenschalen sowie einige Embryonen gefunden habe; *Agrostemma Githago*, die Kornrade, von der ich nur zwei Samen gefunden habe, die $2^2/_3$ mm lang, also wesentlich kleiner als die Mehrzahl der heutigen Samen dieser Art sind; *Galium Aparine* und vielleicht auch *G. spurium*. *Galium*-Teilfrüchte kamen zahlreich in der Wohngrube vor. Die Oberfläche einiger von diesen Früchten trägt Borsten; sie gehören offenbar zu *Galium Aparine*. Die übrigen Früchte haben eine glatte oder feingekörnte Oberfläche, wie die rezenten Früchte von *Galium spurium*. Doch ist es möglich, daß ihr Borstenbesatz bei der Verkohlung zerstört worden ist und daß auch sie zu *Galium Aparine* gehören.

Das wichtigste von den Braunsdorfer Unkräutern[1]) ist der Flughafer, *Avena fatua*, von dem andere sichere prähistorische Reste noch nicht bekannt zu sein scheinen[2]). Die meisten der Braunsdorfer Haferfrüchte haben ihre Spelzen entweder vollständig verloren oder es haften an ihnen nur noch kleine Spelzenfetzen. Die spelzenlosen Früchte sind $4^1/_2$—6 mm lang, $1^1/_3$—2 mm breit (die längsten sind am schmalsten) und durchschnittlich 1 mm dick. Sie sind am Keimende spitz, am oberen Ende abgestutzt oder abgerundet. Ihre meist schwach gefurchte Bauchseite ist meist wenig gewölbt oder ganz flach. Vereinzelte Früchte sind jedoch auf der Bauchseite ebenso stark wie auf der Rückenseite gewölbt, zum Teil im Querschnitt fast kreisrund. Einige Früchte tragen noch einen Haarschopf am oberen Ende. Außer reifen Früchten sind auch unreife vorhanden. Diese sind sehr dünn und entweder auf der Bauchseite muldig vertieft oder von den Seiten her so stark zusammengedrückt, daß sie eine sehr tiefe Bauchfurche haben.

Wenn nur diese spelzenlosen *Avena*-Früchte vorhanden wären, so würde man wohl kein Bedenken tragen, sie als Früchte des Rispenhafers, *Avena sativa*, anzusehen. Denn sie gleichen im Aussehen den von HEER[3]) abgebildeten Pfahlbautenfrüchten, die

---

1) Vorausgesetzt, daß er hier ein Unkraut war.

2) Vgl. NEUWEILER, Die prähistorischen Pflanzenreste Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung der schweizerischen Funde, Vierteljahrsschrift d. Naturf. Gesellschaft in Zürich, Jahrg. 50, 1905 (1905), S. 23—132 (50).

3) HEER, Die Pflanzen der Pfahlbauten, Separatabdruck aus dem Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft [in Zürich] auf das Jahr 1866 (Zürich 1865) S. 16—17 und Fig. 24.

von diesem Forscher für Früchte von *Avena sativa* erklärt werden, nur sind sie durchschnittlich etwas kürzer als jene. Nun habe ich in der Wohngrube aber auch einige *Avena*-Früchte gefunden, an denen noch der größte Teil der Deckspelze und das diese Deckspelze sowie die Frucht tragende Glied der Ährchenachse haftet. Diese Früchte gehören nicht zum Rispenhafer, *Avena sativa*, — und auch nicht zum Fahnenhafer, *A. orientalis*[1]). Denn das sie tragende — hohle — Glied der Ährchenachse läßt durch seinen scharfen schiefen Rand deutlich erkennen, daß es sich zur Zeit der Fruchtreife wie beim Flughafer entweder von der Basis der Ährchenachse, die in Form einer konkaven Schuppe mit den an ihr sitzenden Hüllspelzen an der Rispe haften blieb, oder — falls es die obere Frucbt oder eine der oberen Früchte des Ährchens trug — von dem an der nächst unteren Frucht haften bleibenden Achsengliede von selbst abgelöst hat. Bei *Avena sativa* — und *A. orientalis* — ist dagegen zur Zeit der Fruchtreife die Ährchenachse so zäh, daß sie nicht von selbst zerfällt, sondern nur durch Schlag, Druck oder Zug in einzelne, ungleichmäßige Stücke zerbrochen oder zerrissen werden kann. Die Bruch- oder Rißstellen, deren Ränder unregelmäßig sind, verlaufen ungefähr senkrecht zu der Ährchenachse. Man muß deshalb wohl annehmen, daß die gefundenen bespelzten Braunsdorfer *Avena*-Früchte zum Flughafer, *A. fatua*, gehören, obwohl die mir vorliegenden rezenten Flughafer-Früchte aus Mitteldeutschland wesentlich größer sind. Bei einigen der Braunsdorfer Früchte haften an der Ährchenachse und an der unteren Partie der Deckspelze einige Haare. Offenbar waren diese Teile wie beim rezenten Flughafer lang und dicht behaart. Über die Spitze der Deckspelze läßt sich leider nichts sagen, da sie an allen vorliegenden Früchten abgebrochen ist. An einigen von diesen ist aber noch die untere Partie der Granne vorhanden. Diese gleicht der des rezenten Flughafers.

Wenn nun aber auch die bespelzten *Avena*-Früchte der Braunsdorfer Wohngrube zum Flughafer gehören, so kann doch nicht mit Bestimmtheit behauptet werden, daß auch die dort gefundenen spelzenlosen *Avena*-Früchte zu dieser Art gehören. Sie könnten auch, wenigstens zum Teil, zum Rispenhafer gehören.

---

1) Betreffs der Formengruppen des Saathafers vgl. SCHULZ, Geschichte d. kultivierten Getreide (Halle 1913), S. 117 u. f, und Ders., Geschichte des Saathafers, 41. Jahresbericht d. Westf. Provinzial-Vereins f. Wissenschaft u. Kunst f. d. Rechnungsjahr 1912/13 (1913) S. 204—217.

Doch halte ich dies nicht für wahrscheinlich, weil die spelzenlosen Früchte den bespelzten durchaus gleichen[1]).

Das Vorstehende zeigt, daß man bei der Bestimmung von prähistorischen *Avena*-Früchten sehr vorsichtig sein und es in allen den Fällen, wo nur spelzenlose Früchte vorliegen, zweifelhaft lassen muß, ob diese zum Flughafer oder zum Rispenhafer — bezw. zum Fahnenhafer — gehören.

Wie man es unentschieden lassen muß, ob die Braunsdorfer *Avena*-Früchte sämtlich oder nur teilweise zum Flughafer gehören, so muß man es auch unentschieden lassen, ob dieser damals wie heute in der Merseburger Gegend ausschließlich ein nicht nur wertloses, sondern sogar sehr lästiges Unkraut war, oder ob er hier auch als Getreide kultiviert wurde, oder ob wenigstens die Früchte seiner als Unkraut auftretenden Individuen gesammelt und benutzt wurden. Daraus, daß seine Früchte in größerer Menge in der Wohngrube lagen, darf man nicht schließen, daß sie damals benutzt worden sind, denn es fanden sich in der Grube auch Früchte und Samen von Formen, die sicher nur Unkräuter waren und unabsichtlich mit den Feldfrüchten eingeerntet worden waren. Auf diese Weise können auch die Flughaferfrüchte in die Wohngrube gelangt sein. Doch ist es auch möglich, daß die Früchte der als Unkraut auftretenden Flughaferindividuen eingesammelt wurden, oder daß der Flughafer damals bei Braunsdorf sogar als Getreide angebaut wurde. Seine Früchte eignen sich offenbar durchaus zur menschlichen Nahrung, und bei einiger Vorsicht läßt sich wohl auch ein erheblicher Teil der Früchte einernten.

Der Flughafer wächst zwar gegenwärtig im größten Teile Europas, Nordafrikas und des gemäßigteren Asiens, sowie in verschiedenen Gegenden Südafrikas, Amerikas und Australiens, er ist aber wahrscheinlich nur in Osteuropa und im westlichen Zentralasien, und vielleicht auch in den Steppengegenden Nordafrikas sowie in Nord- und Ostasien indigen, dagegen in das westlichere Europa, und so auch in Deutschland, erst durch die Kultur eingeführt worden.

Es darf wohl als sicher hingestellt werden[2]), daß die in Deutschland am meisten angebauten Formengruppen des Saathafers, der Rispenhafer und der Fahnenhafer, in der Kultur entstandene Abkömmlinge — Kulturformengruppen — des Flug-

1) **Man könnte daran denken, daß die Früchte mit fast kreisrundem Querschnitt Rispenhafer-Früchte seien, doch habe ich eine solche Frucht aus einer Flughaferspelze herauspräpariert.**

2) **Vgl. S. 15, Anm. 1.**

hafers sind. Ihre Entstehung wird gewöhnlich in das östliche Europa oder die angrenzenden Gegenden Zentralasiens verlegt, und es wird angenommen, daß der Rispenhafer schon früh in der prähistorischen Zeit hier entstanden und von hier in das westlichere Europa eingeführt worden sei. Denn es ist in Savoyen, der Westschweiz, Schwaben und Dänemark eine Anzahl von bronzezeitlichen Haferfrüchten aufgefunden worden, die als Früchte des Rispenhafers, *Avena sativa*, angesehen werden[1]). Ich will die Möglichkeit nicht bestreiten, daß diese Früchte wenigstens zum Teil Rispenhaferfrüchte sind, doch ist ein sicherer Beweis für die Zugehörigkeit zu dieser Formengruppe wohl bei keiner von ihnen erbracht und läßt sich vielleicht auch nicht erbringen, da die gefundenen Früchte offenbar sämtlich spelzenlos sind[2]). Es ist also wohl nicht ausgeschlossen, daß sie wenigstens teilweise zum Flughafer gehören.

Abweichend von den meisten übrigen Forschern verlegte HAUSSKNECHT[3]) die Entstehung des Rispenhafers aus dem Flughafer nicht nach Osteuropa oder Zentralasien, sondern nach Deutschland. Er nahm an, daß der Flughafer hier auf Steppen einheimisch gewesen sei, als die Germanen in Deutschland einwanderten, daß ihn die Germanen, die ihn als vorzügliches Grünfutter schätzten, zum Unterhalt ihrer zahlreichen Viehherden kultiviert hätten, da er nicht in allen Teilen des Landes vorkam, und daß sich dann in der Kultur aus ihm der Rispenhafer entwickelt hätte. Nichts spricht aber für HAUSSKNECHTs Annahme, daß der Flughafer ein Glied der indigenen Flora Deutschlands sei oder in prähistorischer Zeit gewesen sei. Er tritt gegenwärtig in Deutschland außerhalb des Kulturbodens nur vereinzelt und vorübergehend auf, und es liegt kein Grund zu der Annahme vor, daß

1) Außer den Braunsdorfer sind mit Sicherheit keine anderen deutschen aus der prähistorischen Eisenzeit stammenden zum Rispen- oder zum Flughafer gehörenden Früchte bekannt geworden. Dagegen sind in Deutschland eine Anzahl aus dem historischen Altertum sowie dem — deutschen und slawischen — Mittelalter stammende Früchte bekannt geworden, die als Rispenhaferfrüchte angesehen werden.

2) Vgl. HEER, a. a. O. S. 16—17 und Fig. 24, sowie THELLUNG, Über die Abstammung, den systematischen Wert und die Kulturgeschichte der Saathafer-Arten (*Avenae sativae* Cosson), Vierteljahrsschrift d. Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrg. 56, 1911 (1911), S. 293 u. f. (344).

3) Vgl. HAUSSKNECHT, Über die Abstammung des Saathabers, Mitteilungen d. geographischen Gesellschaft (f. Thüringen) zu Jena. Zugleich Organ d. botanischen Vereins f. Gesamtthüringen, Bd. 3 (1885), S. 231—242 (241); Ders., Über die Abstammung d. Saathabers, Mitteilungen d. Thüringischen botanischen Vereins N. F., Heft 2 (1892), S. 45—48.

er in prähistorischer Zeit in Deutschland einheimisch gewesen sei. Ganz unmöglich ist HAUSSKNECHTs Annahme, der Rispenhafer sei in Deutschland aus dem Flughafer entstanden, aber doch wohl nicht, denn jene Formengruppe könnte ja hier aus dem ursprünglich als Ackerunkraut auftretenden oder absichtlich als Getreide aus dem Osten eingeführten Flughafer gezüchtet worden sein. Wenn der Flughafer in der Hallstattzeit bei Braunsdorf nicht als Getreide angebaut wurde, so war er damals dort offenbar ein sehr lästiges Ackerunkraut, durch das die Getreideernte erheblich vermindert wurde. Ich halte es deshalb, wie ich schon angedeutet habe, nicht für ausgeschlossen, daß man in dieser Gegend, nachdem man erkannt hatte, daß sich die Flughaferfrüchte sehr gut zur menschlichen Nahrung eignen, den Flughafer als Getreide benutzt hat, daß man zuerst die Früchte der als Unkraut unter anderem Getreide wachsenden Flughaferindividuen eingesammelt und dann den Flughafer sogar angebaut hat. Hierbei könnte sich aus ihm der Rispenhafer entwickelt haben. Und dies könnte auch in anderen Gegenden des westlicheren Europas — zum Teil vielleicht schon in der Bronzezeit — stattgefunden haben, es könnte somit der Rispenhafer im westlicheren Europa an mehreren Stellen entstanden sein[1]). Eine — mehrfache — Entstehung des Rispenhafers aus dem Flughafer im westlicheren Europa könnte auch erfolgt sein, wenn der Flughafer hier von vornherein als Getreide eingeführt und angebaut worden wäre.

Es ist auffällig, daß der Rispenhafer bei verschiedenen europäischen Völkern — bei den Kelten, Germanen im allgemeinen und Angelsachsen im besonderen, sowie bei den Slawen — durchaus voneinander abweichende Namen hat. Wenn man aus dieser Tatsache auch nicht bestimmt auf einen mehrfachen Ursprung des Rispenhafers im westlicheren Europa schließen darf[2]), so spricht sie doch in Verbindung mit der anderen Tatsache, daß die Stammform dieser Formengruppe, der Flughafer, bereits in der prähistorischen Zeit, und zwar mindestens schon in der Hallstattzeit, in Mitteldeutschland vorkam, immerhin zugunsten der Annahme einer mehrfachen Entstehung des Rispenhafers im westlicheren Europa.

Die andere der beiden normalen Kulturformengruppen der *Avena fatua*-Reihe des Saathafers, der Fahnenhafer, *Avena orientalis*, ist dagegen wohl ausschließlich in Osteuropa oder im angrenzenden Asien entstanden. Sie führte in den ersten Jahr-

1) Er ist sicher aber — auch — im Osten entstanden.

2) Vgl. hierzu HOOPS, Artikel Hafer in seinem Reallexikon der Germanischen Altertumskunde, Bd. 2 (Straßburg 1914), S. 352 u. f. (357).

zehnten des 18. Jahrhunderts, wo sie zuerst wissenschaftlich vom Rispenhafer, *A. sativa*, unterschieden wurde, in Mitteldeutschland den Namen „Türckischer Haber“, und wurde hier auch noch im Jahre 1771, wo sie von SCHREBER ihren heutigen wissenschaftlichen Namen erhielt, so und „Ungarischer Hafer“ genannt. Diese Namen deuten auf eine späte Einführung des Fahnenhafers aus dem Osten hin.

Die mißbildete Kulturformengruppe dieser Saathaferreihe, der Nackthafer, *Avena nuda* (im weiteren Sinne), ist offenbar an mehreren Stellen aus dem Rispenhafer und dem Fahnenhafer hervorgegangen.

Auch heute wächst der Flughafer — als Ackerunkraut — in der Gegend von Braunsdorf. Hieraus darf man aber nicht schließen, daß er sich in dieser Gegend ununterbrochen von der Hallstattzeit bis heute erhalten habe. Es ist vielmehr nicht ausgeschlossen, daß er nach der Hallstattzeit aus dieser Gegend — und aus ganz Mitteldeutschland — verschwunden und erst in den letzten Jahrhunderten wieder in sie — wie in das südliche Deutschland — durch den Ackerbau eingeführt worden ist. Etwas Bestimmtes läßt sich hierüber nicht sagen. In einer der ältesten mitteldeutschen floristischen Schriften, der ältesten „Flora“ einer deutschen Landschaft überhaupt, in JOHANNES THALs 1588 erschienener „Sylva Hercynia“, ist[1]) zwar eine *Avena sylvestris seu nigra, cuius grana paulo longiora crassioraque sunt avenae sativae, ac ex rubro nigricantia* mit dem Zusatz: „est auten Aegylops seu festuca Pliniana apud Dodonaeum“[2]) — ohne Fundortsangabe — angeführt, die meist als *Avena fatua* gedeutet wird, doch ist es durchaus nicht sicher, daß diese Deutung richtig ist[3]). Mit Sicherheit tritt uns der Flughafer als mitteldeutsches Gewächs erst im Anfang des 18. Jahrhunderts entgegen. Da er damals aber in Thüringen bereits eine „nimis frequens pestis inter segetes praecipue hordei et avenae“[4]) war, so muß man annehmen, daß er dort nicht erst damals, sondern bereits früher eingeschleppt worden ist. Vielleicht fand dies im Laufe des 17. Jahrhunderts statt, wo er in Süddeutschland eingeführt worden zu sein scheint[5]).

---

1) Auf S. 14.

2) Dieser Name bezieht sich auf den Flughafer.

3) E. H. L. KRAUSE (Naturwissenschaftliche Wochenschrift Bd. 26, 1911, S. 249–250) bezweifelt die Richtigkeit dieser Deutung. Er hält es für wahrscheinlicher, daß THALs Pflanze schwarzer Rispenhafer war.

4) RUPP, Flora Jenensis, 2. Aufl. (Frankfurt und Leipzig 1726), S. 255.

5) Vgl. E. H. L. KRAUSE, a. a. O.

3. Hermann von Guttenberg: Zur Kenntnis des Spritzmechanismus von Ecballium Elaterium Rich.

(Mit Tafel I.)

(Eingegangen am 24. Januar 1915.)

I. Einleitung.

Von allen Fällen, in welchen eine Ausschleuderung der Samen durch besondere Einrichtungen der lebenden Frucht erfolgt, ist der Spritzmechanismus von *Ecballium Elaterium*, der „Spritzgurke", der am längsten bekannte. Das häufige Vorkommen der Pflanze in den Mittelmeerländern erklärt es, daß man schon im Altertum auf die eigenartige Weise der Samenausschleuderung aufmerksam wurde, um so mehr, als der ausgepreßte Saft der Frucht zu medizinischen Zwecken Verwendung fand. Seither wurde die Frucht immer wieder beschrieben, so daß über sie eine größere Literatur existiert. Es muß daher verwundern, daß wir heute noch nicht wissen, wie eigentlich die Spannung zustande kommt, welche zur Ausschleuderung des Fruchtinhaltes führt, und welche Kräfte die dazu nötige Energie liefern.

Der Vorgang selbst ist rasch geschildert. Die reife Frucht, die etwa die Form einer großen Olive hat, hängt an einem senkrecht nach aufwärts gerichteten Stiel, dessen oberes Ende um 180° nach abwärts gebogen ist. Bei völliger Fruchtreife, die sich äußerlich durch ein Gelblichwerden der früher dunkelgrünen Fruchtwand zu erkenuen gibt, wird der Fruchtstiel wie der Pfropfen aus dem Halse einer Sektflasche plötzlich ausgestoßen. Aus der so entstandenen Öffnung spritzt eine Flüssigkeit, zusammen mit den zahlreichen Samen mit großer Gewalt hervor.

Eine nähere Erklärung dieses Vorgangs ist meines Wissens nur in zwei Arbeiten von HILDEBRAND[1]) und ROZE[2]) versucht

1) HILDEBRAND, F., Die Schleuderfrüchte und ihr im anatomischen Bau begründeter Mechanismus. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik IX, 1873/74.

2) ROZE, M. E., Le fruit de l'*Ecballium Elaterium* Rich., Journal de Botanique VIII, 1894.

worden. Schon lange vor ihnen hatte DUTROCHET[1]) angenommen, daß die für das Hervorspritzen nötige Kraft, durch die elastische Dehnung der Fruchtwand geliefert werde, die sich daher auch nach der Entleerung kontrahiere, während die Ablösung des Deckels durch eine Lockerung des Gewebeverbandes an dieser Stelle vorbereitet werde. Dieser Deutung hat sich PFEFFER[1]) angeschlossen, ohne auf die Erklärungsversuche der beiden erstgenannten Autoren einzugehen. Neuerdings hat schließlich JOST in seinem Lehrbuche einige neue Angaben über das Objekt gemacht und gleichzeitig die Deutung HILDEBRANDs abgewiesen.

Es dürfte vorteilhaft sein, zunächst auf die in den Arbeiten von HILDEBRAND und ROZE geäußerten Ansichten etwas näher einzugehen. HILDEBRAND gibt erst eine anatomische Beschreibung der Frucht, von der uns hier besonders das interessiert, was er über das in der Umgebung des Fruchtstiels befindliche Gewebe sagt. Der Fruchtstiel ragt, wie jeder mediane Längsschnitt durch eine noch nicht ganz reife Frucht zeigt, mit einem halbkugeligen Höcker in das Fruchtinnere hinein, durchsetzt also gewissermaßen die Fruchtwand. „Wo nun an diesen halbkugeligen Körper bei seinem Übergang in den Stiel sich ringsum die Fruchtwand anschließt, befindet sich eine Anhäufung von kleinen dünnwandigen Zellen, die sich gegen die Zeit der Fruchtreife vom Innern der Frucht nach außen hin allmählich auflösen, so daß die Verbindungsstelle von Stiel und Fruchtwand immer schmäler und schmäler wird." Die Fruchtwand besteht nach HILDEBRANDs Angaben außen aus mehreren Lagen „von großen, saftreichen, dünnwandigen Zellen, welche in sehr starker Spannung sich befinden und sich mehr auszudehnen streben als die inneren an das lose Fruchtmark anschließenden Schichten, deren Zellen kleiner sind und etwas verdickte Wände mit eigentümlichen Doppelporen besitzen". Der höhere Spannungszustand der Außenschichten wird daraus abgeleitet, daß aus der Frucht herausgeschnittene Längslamellen sich derart krümmen, daß ihre äußere Seite konvex wird, während an quer durchschnittenen Früchten „beide Schnittflächen nach ihrer Mitte hin vertieft werden". „Bei diesen Spannungsverhältnissen", folgert HILDEBRAND weiter, „drückt nun natürlich die äußere, sich auszudehnen strebende Schicht der Fruchtwand derartig auf das Innere der Frucht, daß schließlich der Stiel sich ablöst und nun durch das Zusammenpressen des Fruchtinneren die Samen mit dem Schleim gewaltsam herausgespritzt werden."

---

1) Nach PFEFFER, W., Pflanzenphysiologie, 2. Aufl., II, S. 540.

Gegen diese Deutung sei zunächst nur kurz angeführt, daß die Einkrümmung von Längslamellen der Fruchtwand und die Vertiefung der Schnittflächen nach innen ebensogut durch ein Kontraktionsbestreben der inneren Teile der Fruchtwand wie durch ein Expansionsbestreben der Außenschichten erklärt werden kann, und daß ferner die schon von DUTROCHET beobachtete und von JOST zahlenmäßig festgestellte Verkürzung der ganzen Fruchtwand nach der Entleerung sehr gegen ein Ausdehnungsbestreben der äußeren Zellagen der Wand spricht.

ROZE war die Arbeit HILDEBRANDs unbekannt geblieben. Seine Erklärung weicht auch, wie wir gleich hören werden, von der HILDEBRANDs vollkommen ab. Anatomische Angaben werden nur über die ganz junge Frucht gemacht, bei welcher die unter der Epidermis liegenden Zellschichten der Fruchtwand noch undifferenziert sind und sich nur durch den Chlorophyllgehalt der äußeren Lagen und die weißliche Farbe der inneren Teile von einander unterscheiden. Im Inneren der Frucht findet sich ein grünes saftreiches Fruchtfleisch, in welchem die parietal inserierten Samenanlagen in sechs Längsreihen zu 8—10 Stück eingebettet sind. Die hyalinen zartwandigen Zellen in der Umgebung des Fruchtstiels werden auch von ROZE beschrieben und es wird angegeben, daß sie in der heranreifenden Frucht nach und nach zugrunde gehen.

Der Natur der in der reifen Frucht vorhandenen Spannung trachtet der Verfasser durch folgende Versuche auf den Grund zu kommen. Er ließ junge Früchte in Kupferringe hineinwachsen, deren Durchmesser etwas geringer war als der Querdurchmesser der reifen Frucht und fand, daß solche Früchte ihre Samen ebenso ausschleuderten wie normale. Ferner schnitt er die Fruchtspitze fast reifer Früchte ab oder bohrte zylindrische Löcher von der Weite der normalen Öffnung an verschiedenen Stellen in die Wand. In allen diesen Fällen kam es zu einer heftigen Ausschleuderung des Fruchtinhaltes, ohne daß der Stiel aus der Frucht ausgestoßen wurde. Auf Grund dieser Versuche kommt ROZE zu dem Schlusse „que la préssion s'exerçait non pas seulement par les parois sur les loges internes du fruit, mais dans ces loges mêmes par une force intérieure inexpliquée.“ Auch konnte der Verfasser feststellen, daß dieser innere Druck mit dem Wachstum der Frucht und dem Heranreifen der Samen zunehme. Da die Samen zugleich mit einer Flüssigkeit ausgestoßen werden, legte er sich die Frage vor, ob nicht vielleicht die Fruchtfächer durch fortwährende Wasseraufnahme bis zur Reife immer mehr und mehr anschwellen. Um diese Möglichkeit zu prüfen steckte er abgeschnittene Früchte

mit ihren Stielen in mehr oder weniger feuchten Sand. Obwohl sie aus diesem nur sehr wenig Wasser aufnehmen konnten, explodierten sie nach einigen Tagen in normaler Weise. Der Verfasser schließt daraus, daß Wasseraufnahme zur Erzielung des Ausschleuderns nicht notwendig ist, vergißt dabei aber darauf, daß ein Ansteigen des Innendruckes bei fast reifen Früchten, wie er sie verwendete, gar nicht mehr nötig ist, vielmehr die Explosion in dem Momente eintritt, in welchem die Auflösung der Zellen in der Umgebung des Fruchtstiels so weit gediehen ist, daß die letzten Verbindungen dem Innendruck nicht mehr widerstehen können. Die Ursache des Innendruckes liegt nach ROZE in dem Heranwachsen der Samen in dem beschränkten, nicht ausdehnbaren Innenraum der Frucht. Daß die Samen schließlich mit einer Flüssigkeit austreten, komme daher, daß beim Heranwachsen der Frucht das Innengewebe zerreiße, und der dabei ausgetretene Saft von den Samen mitgerissen werde. Dem Druck des Fruchtinnern wirkt nach ROZE ein Druck der Fruchtwand entgegen. Dieser macht sich an noch nicht reifen, der Länge nach halbierten Früchten dadurch bemerkbar, daß die Ränder der Fruchtwand sich zentripetal einkrümmen. Dagegen zeigen bereits entleerte Früchte, wenn man sie in gleicher Weise zerschneidet, ein schwaches aber deutliches Krümmungsbestreben nach außen. Eine klare Deutung dieser auffälligen Verschiedenheit ist in ROZEs Arbeit nicht enthalten.

2. Eigene Untersuchungen.

Ich komme nunmehr zur Beschreibung meiner eigenen Untersuchungen und Versuche. Die anatomische Untersuchung einer reifen Frucht zeigt folgendes: Zu äußerst findet sich eine aus ziemlich kleinen, annähernd isodiametrischen Zellen bestehende Epidermis, deren Wände nirgends stärkere Verdickungen aufweisen. An der Oberfläche treten überall in geringen Abständen voneinander große, weiche Stacheln auf, die aus einem vielzelligen Sockel bestehen und an ihrem Ende ein langes, mehrzelliges, spitzes Haar tragen. Zwischen diesen Stacheln findet man zahlreiche, etwas emporgehobene Spaltöffnungen; ferner treten viele Trichome auf, die mit einem mehrzelligen, kugeligen Köpfchen enden. Auf die Epidermis folgt ein 5—8 Zellagen breites, chlorophyllreiches Gewebe, dessen äußerste Schicht noch ziemlich kleinzellig und kräftig ist, während die folgenden Lagen aus großen zartwandigen, kugeligen oder eiförmigen Zellen bestehen. Den Abschluß dieses Gewebes bildet ein reich verzweigtes Gefäßbündelnetz. Daran schließt sich eine ca. 2,5 mm starke Schicht eigenartiger Zellen,

Diese zeichnen sich durch sehr dicke Wände aus, sind am Querschnitt durch die Frucht länglich oval, am Längsschnitte fast kreisrund und berühren sich nur mit einem geringen Teile ihrer Oberfläche (Taf. I, Abb. 1). Infolgedessen lassen sie weite lufterfüllte Interzellularen zwischen sich frei, was zur Folge hat, daß das ganze Gewebe, obwohl es etwas Chlorophyll enthält, fast weiß erscheint. An den Verwachsungsstellen treten zahlreiche Tüpfel auf, die meist von elliptischer Form und senkrecht zur Längsrichtung der Zellen orientiert sind. Die Zellwände lassen ein deutliches Innenhäutchen erkennen. Dieses färbt sich bei der Chlorzinkjodbehandlung schwarzviolett, wogegen die restlichen Membranen unter starker Verquellung einen schwach grauen Ton annehmen oder ganz weiß bleiben. Es scheint also nur das Innenhäutchen aus reiner Zellulose zu bestehen, womit übereinstimmt, daß Kongorot auch nur diese Lamelle färbt. Die übrige Membran tingiert sich ungewöhnlich rasch und stark mit Rutheniumrot, ebenso mit Methylenblau. Die Membranen geben also die für Pektinstoffe beschriebenen Farbreaktionen; sie stimmen auch darin mit ihnen überein, daß sie sich in verdünnten Säuren und Laugen langsam auflösen. Behandelt man Schnitte mit konzentrierter Salzsäure, so verquellen die Wände sofort und lösen sich bis auf das Innenhäutchen gänzlich auf. Wie wir noch hören werden, ist es dieses Gewebe, welches dem hohen Innendruck Widerstand leistet und zu starker elastischer Dehnung befähigt ist. Es ist sehr interessant, daß sich an einem andern pflanzlichen Gewebe, welches gleichfalls lokalen mechanischen Zwecken dient und sich ebenfalls durch hohe Elastizität und Festigkeit auszeichnet, nämlich an dem Gewebe des Stipes von *Catasetum*[1]) dieselbe chemische Membranbeschaffenheit nachweisen läßt. Ob es sich tatsächlich um Pektinstoffe handelt, mag dahingestellt bleiben, vorläufig ist die fragliche Substanz diesen nach dem Ausfall der Reaktionen jedenfalls anzugliedern. Als Zellinhalt tritt ein wandständiger kräftiger Protoplast mit vereinzelten Chlorophyllkörnern und großem Zellsaftraum auf. Manchmal sind auch mehrere große Vakuolen vorhanden.

Das Innere der Frucht ist zu der Zeit, wo sie noch durchschnitten werden kann, ohne daß der Inhalt ausspritzt, von einer grünen durchsichtigen Masse erfüllt, durch welche weißliche Stränge ziehen. Diese werden durch tracheidenreiche Gefäßbündel gebildet und gehen von dem die Fruchtwand durchsetzenden

1) Über den Bau des Stipes von *Catasetum* werde ich in einer im Drucke befindlichen Arbeit demnächst berichten.

Fruchtstiel aus. Sie bilden drei sich in der Medianlinie der Frucht treffende Platten, welche am Querschnitt die Frucht in drei gleichgroße Teile zerlegen. An der Stelle, wo eine Platte die Fruchtwand berührt, entspringt jederseits eine Reihe anatroper Samenanlagen. Ein Querschnitt durch einen jungen Fruchtknoten erklärt dieses Bild. Wir finden hier drei Spalten, welche nach der herrschenden Deutung[1]) Zwischenräume zwischen den umgeschlagenen Rändern je eines Karpellblattes darstellen; an jedem Rande tritt eine Reihe Samenanlagen auf. Da wo sich die benachbarten Karpellblätter berühren, sind sie völlig miteinander verwachsen. Beim Heranreifen der Frucht verschmelzen die Karpellblätter zu einem einheitlichen Parenchym und an Stelle der früheren Spalten treten jetzt als falsche Scheidewände die gefäßbündelreichen Platten auf, deren Elemente zu den Samenanlagen führen.

Die Zellen des Innenparenchyms sind in der Nachbarschaft der Fruchtwand noch relativ klein und enthalten hier in einem sehr substanzarmen protoplasmatischen Wandbeleg in großer Anzahl Chlorophyllkörner; die weiter innen gelegenen Zellen dagegen stellen ungewöhnlich große, plasma- und chlorophyllarme Blasen dar. Die zartwandigen Zellen platten sich gegenseitig ab, Interzellularen scheinen gar nicht vorzukommen (Taf. I, Abb. 2). Aus diesem Grunde und wegen des Vorherrschens des Zellsaftes erscheint das ganze Parenchym glasartig durchsichtig. Als Maßstab für die Größe der Zellen mag dienen, daß ich als größte Breite 0,45 mm, als größte Länge 0,6 mm an einer noch nicht ganz ausgewachsenen Frucht feststellen konnte. Die Längsachse der Zellen liegt meist quer zur Fruchtachse.

Der anatomische Charakter des Trennungsgewebes in der Umgebung des Fruchtstiels ist bereits von den früher genannten Autoren richtig beschrieben worden. Die Fruchtwand verdünnt sich an der Ansatzstelle des Stieles beträchtlich und zwar sowohl durch eine äußere Einsenkung, welche auf Kosten des peripheren grünen Gewebes vor sich geht, als auch dadurch, daß der Mantel der elastischen Zellen hier schmäler ist. Das Trennungsgewebe beginnt außen mit einer schwächeren Ausbildung der Epidermis und besteht aus kleinen Zellen, welche nur an den Ecken etwas verdickt sind. Sie bilden ein dichtes, mehrere Zellagen breites Gewebe mit wenig Interzellularen. Demgemäß lösen sich die Zellen bei der Explosion nur zum kleinen Teile in ihren Mittellamellen voneinander, die Mehrzahl ist mitten entzwei gerissen. Dasselb

1) Vgl. EICHLER, Blütendiagramme. 1. Teil S. 309.

Schicksal erfahren die das Trennungsgewebe durchsetzenden Gefäßbündel.

Eine kurze Beschreibung verdienen noch die Samenschalen, wegen des Vorkommens einer eigenartigen Verquellung der Epidermis, auf welche bereits FICKEL[1]) aufmerksam gemacht hat. Die Epidermis besteht an jungen Samenanlagen aus zartwandigen palisadenförmigen Zellen, in welchen später feine längsverlaufende Membranleisten auftreten, die von der Innenwand der Zelle senkrecht nach außen streben, an der Außenwand umbiegen, sich wieder nach abwärts wenden usw. (Taf. I, Fig. 3). Die Oberflächenansicht lehrt, daß die Leisten oberseits stets in den Zellecken umbiegen, so daß jede der 6eckigen Zellen hier 6 Umbiegungsstellen erkennen läßt (Taf. I, Abb. 4). Da immer drei Zellen zusammenstoßen, verlaufen an jeder Kante 3 Paare von Fasern, wovon man sich an Querschnitten auch leicht überzeugen kann. In der beschriebenen Lage sind die Leisten nur an Schnitten zu beobachten, welche aus Alkoholmaterial angefertigt wurden und in Alkohol beobachtet werden. Auch hier sind die eigentlichen Längswände nicht mehr zu sehen, wohl aber die dicke, von einer Kutikula überdeckte Außenwand. Bei Wasserzusatz erfolgt eine Verquellung aller Wände, nur die Leisten bleiben erhalten; sie verlängern sich aber bedeutend und strecken sich unter Öffnung der früher gebildeten Bogen gerade (Taf. I, Abb. 5). Nur wenn sie, was manchmal vorkommt, durch quere Leisten miteinander verbunden sind, bleiben sie parallel. Es ist klar, daß die Leisten durch ihr Verlängerungsbestreben und die Fähigkeit sich geradezustrecken viel zur Lockerung und Ausbreitung der Schleimmassen beitragen müssen.

Ich gehe nunmehr zu meinen Versuchen über. Zunächst trachtete ich festzustellen, ob den Außenschichten der Fruchtwand, die HILDEBRAND für das Ausspritzen des Inhalts verantwortlich macht, eine Bedeutung zukomme. Ich schälte daher eine ausgewachsene, fast reife Frucht mit dem Rasiermesser derart ab, daß ich, am apikalen Ende beginnend, Längslamellen von ca. 3 mm Breite ablöste. Die Lamellen waren weich und setzten einer Verbiegung keinen Widerstand entgegen. Sie zeigten keine nennenswerte Veränderung ihrer Länge und Breite und bedeckten, wenn sie der Frucht wieder aufgelegt wurden, dieselbe Fläche, die sie früher eingenommen hatten. Das Schälen war so vorgenommen worden, daß die Gefäßbündelschicht erhalten blieb. Nun wurde auch

1) FICKEL, F., Über die Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Samenschalen einiger Cucurbitaceen. Botanische Zeitung, Bd. 34, 1876.

diese sorgfältig entfernt, bis die weiße Innenschicht zum Vorschein kam. Länge und Breite der Frucht hatten sich nach dieser Operation nur um die abgeschnittenen Teile verkürzt. Wenn ich nun die so vorbereitete Frucht anschnitt, oder an beliebiger Stelle mit einer dicken Nadel ein Loch bohrte, so trat sofort die Ausschleuderung des Inhalts ein, anscheinend mit ebenso großer Gewalt, wie bei der intakten Frucht. So konnte ich beobachten, daß in einem Falle die Samen fast senkrecht ca. 2 m hoch in die Luft geschleudert wurden. Der Versuch war vor dem Fenster angestellt worden, an dessen Scheiben die Samen kleben blieben. — Aus diesen Versuchen folgt klar, daß nur die weiße Innenschicht und der Fruchtinhalt am Zustandekommen der Spannung beteiligt sein können.

Die Fruchtwand besitzt ein starkes Kontraktionsbestreben, dessen Ausmaß nach der Entleerung der Frucht bestimmt werden kann. JOST fand, daß sich eine noch nicht ganz reife Frucht dabei um 14 pCt. ihrer Länge und 16 pCt. ihrer Breite verkürzt. Ich erhielt meist etwas geringere Werte, von welchen ich im folgenden einige mitteile:

	Länge			Breite		
	Gespannte Frucht mm	Entleerte Frucht mm	Verkürzung in %	Gespannte Frucht mm	Entleerte Frucht mm	Verkürzung in %
1	45	40	11,1	25	22	12
2	46	42	8,6	27	23	14,8
3	47	41	12,7	28	20	28,5
4	45	40	11,1	21	18	14,2
Durchschnitt	45,7	40,7	10,8	25,2	20,7	17,3

Aus der Tabelle erkennt man, daß sich die Breite stets erheblich mehr verringert als die Länge. Die dadurch bedingte Formveränderung kann man auch ohne Messung erkennen: die gefüllte Frucht ist länglich eiförmig, die entleerte walzenförmig. Da die Außenschichten, wie erwähnt wurde, kein Verkürzungsbestreben besitzen, andererseits nach der Ausschleuderung der Samen auch vom inneren Fruchtparenchym nur mehr Reste vorhanden sind, kann die Verkürzung nur auf einem Kontraktionsbestreben der Zellen beruhen, welche die dicke weiße Schicht bilden. Von der Elastizität und der außerordentlichen Festigkeit dieses Gewebes kann man sich leicht überzeugen, wenn man Längsstreifen davon herausschneidet und diese zu zerreißen sucht. Belastungsproben zur ziffernmäßigen Feststellung des Elastizitäts- und Festigkeits-

moduls lassen sich leider nicht anstellen, da das frische Gewebe zu glatt ist, um mit einer Klemme gefaßt zu werden, das trockene Gewebe aber seine Eigenschaften stark verändert und brüchig wird. Daß die Frucht sich in der Breitenausdehnung mehr verkürzt als in der Längsausdehnung, ist nach dem anatomischen Befund leicht verständlich. Die Längsrichtung der elastischen Zellen fällt ja in die Querrichtung der Frucht und die Querstellung der Tüpfel läßt erkennen, daß die Zellen in ihrer Längsrichtung am dehnsamsten sind.

Die Beobachtung HILDEBRANDs und ROZEs, daß an längs- und quergeschnittenen fast reifen Früchten, der innere Rand der Fruchtwand gegenüber dem äußeren eingesenkt ist, also eine zentripetale Bewegung vollführt, konnte ich bestätigen; sie ist nach dem Gesagten aber nicht auf ein Ausdehnungsbestreben der Außenschichten, sondern auf das Kontraktionsbestreben der Innenschichten zurückzuführen. Der Widerstand, den die Außenschichten der passiven Verkürzung entgegensetzen, dürfte an der Erscheinung mit beteiligt sein. Es ist nun noch die Angabe ROZEs nachzuprüfen, daß sich an längsgespaltenen entleerten Früchten die Schnittränder nicht nach innen, sondern ganz schwach nach außen krümmen. Es sei noch nachgetragen, daß er diese Erscheinung an vom Boden aufgelesenen Früchten beobachtete, die hier wohl schon einige Zeit gelegen waren. Ich konnte seine Beobachtung bestätigen. Die Erklärung für diese Erscheinung dürfte in folgendem zu suchen sein. Eine entleerte Frucht, die längere Zeit liegt, verkürzt sich noch weiter und zwar weniger in der Länge als besonders in der Breite. Sie wird schließlich, abgesehen von den Enden fast zylindrisch. Die Ursache dieser Formveränderung liegt darin, daß, solange die Frucht eiförmig gewölbt ist, die äußersten Schichten des Kontraktionsgewebes noch nicht ganz entspannt sind. Schneidet man aus der Wand einer eben entleerten Frucht Längslamellen, so strecken sich diese vollkommen gerade; erst dann ist also der spannungslose Zustand erreicht. Im Verbande der intakten Fruchtwand hat das Verkürzungsbestreben der äußeren Schichten zur Folge, daß die inneren wieder etwas verlängert werden. Dies kann schließlich dazu führen, daß an längshalbierten Früchten der innere Rand der Fruchtwand gegenüber dem äußern etwas emporgehoben wird. Daß die Formveränderung ganz allmählich vor sich geht, könnte damit zusammenhängen, daß bei längerem Liegen der Früchte der Turgor des Gewebes, welches außerhalb der Kontraktionsschicht sich befindet, infolge der Transpiration nach und nach abnimmt. Dann wird dieses Ge-

webe den angrenzenden Schichten auch einen stetig sinkenden Widerstand bei ihrer Kontraktion entgegensetzen.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich ohne weiteres, daß in der reifen Frucht ein kräftiger Innendruck herrschen muß, der dem Kontraktionsbestreben der Fruchtwand das Gleichgewicht hält, beziehungsweise die Fruchtwand spannt. Dieser Innendruck könnte vor allem durch den Turgor der hier vorhandenen Zellen, aber auch wie ROZE angenommen hat, durch Wachstumsenergie, schließlich auch durch Quellungsenergie hervorgerufen werden. An letztere würde man besonders deshalb denken, weil alle Autoren den mit den Samen ausgestoßenen Saft als eine „schleimige" Flüssigkeit bezeichnen. Letzteres trifft aber durchaus nicht zu, vielmehr ist die austretende Flüssigkeit — es sind etwa 3 bis 5 Tropfen — dünnflüssig. Sie kann als eine Emulsion bezeichnet werden, da sie eine Menge kleinster Tröpfchen enthält, die sich bei längerem Stehen absetzen. Filtriert man den Saft, so ist das Filtrat fast wasserklar, nicht klebrig und hinterläßt beim Abdampfen eine geringe Menge von Trockensubstanz. Die auf dem Filter verbleibenden Stoffe trocknen zu einer zähen, etwas klebrigen Substanz ein, die bei mikroskopischer Betrachtung aus kleinen miteinander verklebten Kügelchen besteht, denen keine nennenswerte Quellbarkeit zukommt. Von der chemischen Natur des ausgeschiedenen Saftes wird später noch zu reden sein, hier sei nur bemerkt, daß nach dem Gesagten nicht daran zu denken ist, daß die Quellungsenergie des Fruchtinhaltes den Innendruck herbeiführe. Nur die Epidermen der Samenschalen verquellen, die dadurch bewirkte Volumvergrößerung ist aber eine sehr geringe. Es ist kaum anzunehmen, daß sie für den Spritzmechanismus von Bedeutung ist, vielmehr soll das Verschleimen der Wände wohl nur das Herausgleiten der Samen aus der engen Fruchtöffnung erleichtern und zur Befestigung der Samen nach der Ausschleuderung dienen. Die Annahme von ROZE, daß die Wachstumsenergie der sich vergrößernden Samen den Innendruck liefere, kann auch nicht befriedigen. Man kann nämlich, wenn man noch nicht ganz ausgewachsene Früchte durschschneidet, beobachten, daß die Samen ihre endgültige Größe schon zu einer Zeit erreicht haben, in welcher der Innendruck — wenn auch schon vorhanden — noch lange nicht sein völliges Ausmaß erreicht hat. Es tritt in diesen Fällen wohl bereits Flüssigkeit aus, auch werden einige Samen herausgepreßt, doch kommt es nicht zu einer gänzlichen Entleerung der Frucht, vielmehr verbleibt der größte Teil des Fruchtparenchyms mit zahlreichen Samen im Fruchtinnern. Sollten

die Samen auch bis zur Fruchtreife noch um ein Geringes heranwachsen, so kann dieser *Umstand allein sicher nicht* für die *jetzt* beginnende starke Druckzunahme verantwortlich gemacht werden. Es war daher anzunehmen, daß der Innendruck auf osmotische Kräfte zurückzuführen sei, was sich auch durch die nunmehr zu schildernden Versuche beweisen ließ.

Eine fast reife Frucht wurde nach dem Abschneiden gemessen, in konzentriertes Glyzerin getaucht und darin 24 Stunden belassen. Danach wurde sie wieder gemessen, wobei sich ergab, daß sie an Länge und Breite beträchtlich abgenommen hatte, nicht anders, als wenn sie entleert worden wäre. Nun wurde sie rasch abgetrocknet und hierauf der Fruchtstiel herausgezogen. In der entstandenen Öffnung sammelte sich etwas Flüssigkeit an — ein Herausspritzen des Inhaltes erfolgte nicht mehr. Darauf wurde die Frucht der Länge nach durchschnitten. Während sich an jüngeren Früchten, die noch durchschnitten werden können ohne auszuspritzen, das Fruchtfleisch stark über die Schnittränder vorwölbt, bestand der Inhalt der plasmolysierten Frucht aus einer weichen Masse, die zum Teile durch den Schnitt zerrissen war und einigen Saft austreten ließ. In einem anderen Falle wurde eine ausgewachsene Frucht durch 24 Stunden in einer 10 % Kalisalpeterlösung untergetaucht gehalten. Sie war anfänglich 44 mm lang und 25 mm breit gewesen. Nach dem Verweilen in der Lösung betrug die Länge 40, die Breite 20 mm. Bei der Entfernung des Stieles kam es noch zum Hervorspritzen eines Teiles des Inhalts, jedoch mit ganz geringer Gewalt. Dabei verkürzte sich die Frucht an Länge und Breite noch nm je 1,5 mm.

Diese beiden Versuche lassen erkennen, daß man mit Hilfe der Plasmolyse eine Entspannung der Fruchtwand *herbeiführen* kann. Diese Plasmolyse tritt erst nach mehrstündigem Verweilen der *Frucht im Plasmolytikum* ein, ein Beweis dafür, daß die Plasmolyse der Außenschichten bedeutungslos ist und erst die Plasmolyse des Fruchtinnern zur Kontraktion führt. Daß hier gewaltige Innendrucke herrschen beweist uns der Versuch mit Kalisalpeter. Eine 10 % Lösung dieses Salzes war nicht imstande dem Zellsaft der beteiligten Zellen soviel Wasser zu entziehen, daß die *Zellhaut* gänzlich entspannt und *Plasmolyse* herbeigeführt worden wäre.

Daß die verwendeten Substanzen tatsächlich plasmolysierend gewirkt und nicht etwa einer quellbaren Substanz Wasser entzogen haben, ergibt sich aus folgenden Versuchen. Drei fast reife Früchte wurden in siedendes Wasser getaucht und darin 15 Mi-

nuten lang gekocht. Bei einer trat bald nach dem Eintauchen Explosion ein, die beiden anderen waren nach dem Kochen völlig entspannt und ließen nach der Entfernung des Stieles weder Flüssigkeit noch Samen austreten. Wäre im Fruchtinnern eine quellbare Substanz vorhanden, so ist anzunehmen, daß sie in heißem Wasser stark aufquellen und so den Innendruck vermehren würde. In Wirklichkeit tritt das Gegenteil — nämlich völlige Entspannung ein. Daß in einem Falle bald nach dem Eintauchen Explosion eintrat, ist jedenfalls auf eine ganz andere Ursache zurückzuführen. Es ist begreiflich, daß siedendes Wasser die Lockerung des Fruchtstieles beschleunigen, beziehungsweise erhöhen kann. Denn es dürfte sowohl die Lösung der Mittellamellen gefördert, als auch der Verband durch die Kontraktion der getöteten Zellen gelockert werden. Da diese Veränderungen eintreten, bevor das Fruchtinnere abstirbt, so wird dessen Druck den Fruchtstiel in dem Momente ausstoßen, in welchem der Gewebeverband in seiner Umgebung soweit gelockert ist, daß er dem Innendruck nicht mehr stand halten kann. Der Versuch mit siedendem Wasser beweist auch, daß das Verschleimen der Samenepidermis für die Druckwirkung nicht von Bedeutung ist; denn diese Quellung geht in heißem Wasser beträchtlich weiter als in kaltem, ohne daß dadurch der Spritzmechanismus beeinflußt würde.

Die Annahme von ROZE, daß die Samen in der reifen Frucht in einer Flüssigkeit schwimmen, welche durch das Zerreißen des Fruchtfleisches entstanden sei, wird schon durch das Gelingen des Plasmolysierversuches sehr unwahrscheinlich. Es gibt aber auch noch andere Tatsachen, die dagegen sprechen. Zunächst bemerkt man an jenen Früchten, welche noch ohne Ausspritzen des Inhalts durchschnitten werden können, niemals Zugspannungen des Fruchtfleisches durch die Fruchtwand, welche zum Zerreißen des Innengewebes führen könnten. Im Gegenteil wölbt sich, wie schon erwähnt wurde, das Fruchtinnere stets kräftig über die Schnittfläche vor, was auf eine Druckspannung desselben in der intakten Frucht schließen läßt. Diese Druckspannung kann aber in der allseits geschlossenen Frucht auch nicht zum Zerreißen der Innenzellen führen, da der Innendruck durch den Gegendruck der gespannten Fruchtwand aufgehoben wird und dadurch die Zellwände entlastet werden. Vor allem spricht aber folgende Erwägung überhaupt gegen das Vorhandensein einer unter starkem Druck befindlichen Flüssigkeit im Fruchtinnern. Wir hörten früher, daß die ganze Fruchtwand von Interzellularen durchzogen ist, die besonders reichlich im Kontraktionsgewebe auftreten. Diese Inter-

zellularen stehen durch gleichfalls reichlich vorhandene Spaltöffnungen mit der Außenluft in Verbindung und führen innen bis zum Fruchtparenchym. Wäre im Fruchtinnern eine außerhalb von Zellen auftretende Flüssigkeit vorhanden, so müßte diese infolge des hohen Druckes unbedingt die Interzellularluft durch die Spaltöffnungen auspressen und an ihrer Stelle die Fruchtwand infiltrieren. Ein solcher Filtrationsprozeß würde aber das Zustandekommen eines dauernden hohen Druckes ausschließen. Tatsächlich sind die Interzellularen stets mit Luft und niemals mit Wasser gefüllt; die Annahme einer freien Flüssigkeit im Fruchtinnern ist also abzuweisen.

Wie kommt es nun, daß bei der Explosion der Frucht dennoch reichlich Saft austritt, und woher stammt dieser? Ich will zunächst letztere Frage beantworten und zu diesem Zwecke erst eine genauere Beschreibung der Flüssigkeit geben. Die mikroskopische Prüfung läßt, wie erwähnt, eine große Menge kleiner Tröpfchen erkennen. Diese sind stark lichtbrechend und manchmal zu Klumpen vereinigt. Außerdem treten aber auch wohlerhaltene Chlorophyllkörner auf, was beweist, daß der Saft aus dem Innern von Zellen stammen muß, welche bei der Explosion zugrunde gingen. Mit dem ausgeschiedenen Saft, der ungemein bitter schmeckt, wurden nun folgende Proben angestellt. Eine Prüfung auf Gerbstoffe mit Eisensalzen fiel negativ aus, dagegen wurde FEHLINGsche Lösung nach längerem Stehen bei Zimmertemperatur allmählich, bei Erhitzen sofort reduziert. Dies macht das Vorhandensein von Zucker sehr wahrscheinlich. Auch die von MOLISCH[1]) angegebene Zuckerprobe (die freilich nicht eindeutig ist) gelang ausgezeichnet. Wurden einem Tropfen des Saftes einige Tropfen alkoholischer αNaphtollösung und dann konzentrierte Schwefelsäure zugesetzt, so entstand eine dunkelviolette Färbung, die manchmal etwas bräunlich getönt war. Bei Zusatz von Wasser verschwindet die Farbe und es bildet sich ein sehr feiner blaugrauer Niederschlag. Ich trachtete nun mikrochemisch festzustellen, in welchen Zellen der Zucker auftrat. Zu diesem Zwecke wurden aus halbreifen Früchten dünne Querscheiben herausgeschnitten und diese erst mit FEHLINGscher Lösung behandelt. Beim Erwärmen trat eine sehr starke Reduktion ein, und zwar fand sich das Kupferoxydul hauptsächlich in und an den großen blasenförmigen Zellen des Fruchtinnern. Ein geringerer Niederschlag trat im Kontraktionsgewebe auf. Nun versuchte ich

1) Vgl. MOLISCH, H., Mikrochemie der Pflanze, Jena 1913, S. 117.

durch die SENFTsche Probe[1]) noch genauere Aufschlüsse zu erlangen. Ich stellte mir eine 10proz. Lösung von salzsaurem Phenylhydrazin und eine 10proz. Lösung von Natriumazetat, beide in konz. Glycerin her. Die in die Mischung beider Lösungen eingelegten Schnitte zeigten nach einigen Tagen die Ausscheidung von gelblichen Kristallen im Innengewebe. Die Kristalle hatten sehr verschiedene Form, waren durchweg kurz und breit und meist zu drusenartigen Klumpen vereint. Es ist anzunehmen, daß es sich tatsächlich um die Bildung von Osazonen handelte. Die mikrochemische Untersuchung machte es also sehr wahrscheinlich, daß der Saft aus den Innenzellen stamme, da aber auch im Kontraktionsgewebe anscheinend etwas Zucker vorkommt, hielt ich weitere Studien für geboten, und trachtete nunmehr festzustellen, woraus die glänzenden Tröpfchen bestehen und in welchen Zellen sie ursprünglich enthalten waren. Es ist schon seit längerer Zeit bekannt[2]), daß der aus den Früchten ausgepreßte Saft ein Glukosid, das Elaterinid enthält, dem er seinen bitteren Geschmack und seine purgierende Wirkung verdankt. Es war anzunehmen, daß die ausgeschiedenen Tröpfchen das Glukosid, vielleicht auch das Aglykon desselben, das Elaterin darstelle. Letzteres wird durch ein in der Frucht gebildetes Enzym, die Elaterase abgespalten. Zur Prüfung dieser Annahme stellte ich folgende Proben an. Zunächst wurde der Fruchtsaft filtriert und das jetzt vom Niederschlag befreite Filtrat nochmals den Zuckerproben unterworfen. FEHLINGsche Lösung wurde ebenso stark wie früher und zwar auch bei Zimmertemperatur reduziert, die MOLISCHsche Probe gelang insofern noch besser, als jetzt die bräunliche Verfärbung fehlte und die violette Farbe rein zum Vorschein kam. Der Filterrückstand wurde mehrmals ausgewaschen und nun der von LINDO empfohlenen Probe unterzogen. Diese besteht darin, daß man die Substanz in eine Mischung gleicher Teile von Phenol und konz. Schwefelsäure überträgt, worauf bei Gegenwart von Elaterin eine karminrote Färbung eintritt. Alleiniger Zusatz von konz. Schwefelsäure hat nach BRAEMER blutrote Färbung zur Folge. Wurde in meinen Versuchen ein Teil des Niederschlages mit Schwefelsäure übergossen, so entstand eine rotgelbe Färbung, bei Zusatz von Phenol veränderte sich die Farbe sofort in ein leuchtendes Karminrot. Die LINDOsche Probe gelingt also, da sie aber sowohl dem

1) Vgl. MOLISCH l. c. S. 120.

2) Vgl. H. EULER und J. LUNDBERG Glukoside in ABDERHALDENS Bioch. Handlexikon, 2. Bd. 1911, S. 657 und die dort zitierte Literatur, ferner O. TUNMANN Pflanzenmikrochemie, Berlin 1913, S. 367.

Glukosid (durch Spaltung) also auch dem Aglykon zukommt, ist nicht zu entscheiden, ob nur letzteres oder das ganze Glukosid im Niederschlag vorkommt. Ich halte es aber für sehr wahrscheinlich, daß der Niederschlag nur den zuckerfreien Teil. also das Elaterin enthält und zwar auf Grund folgender Beobachtungen. Zunächst ist der Körper, im Gegensatz zu den meisten Glukosiden, wasserunlöslich. Das Glukosid muß aber auch hier wasserlöslich sein. Unterzieht man nämlich das Filtrat der LINDOschen Probe, so erkennt man, daß in ihm gelöstes Glukosid enthalten ist, denn es tritt dann karminrote Färbung auf. Dieser Färbung ging in einigen Fällen eine dunkelgrüne voraus, die bei Zusatz einiger Tropfen Wasser sofort in die rote umschlug. FEHLINGsche Lösung wird durch den Filterrückstand bei Zimmertemperatur auch bei langem Stehen nicht reduziert; beim Erwärmen tritt ganz schwache Reduktion ein. Schließlich fand ich, daß der in Rede stehende Körper sich intensiv mit Sudan III färbt, so daß man an einen harzartigen Stoff denken könnte. Damit würde die leichte Löslichkeit in Chloroform übereinstimmen. Weniger rasch löst absoluter Alkohol, Äther anscheinend gar nicht. Der Nachweis des Glukosids im Filtrat könnte zu der Meinung führen, daß in ihm freier Zucker überhaupt nicht vorhanden ist. Ich glaube indes doch, daß solcher reichlich vorkommt, und zwar wegen der raschen Reduktion FEHLINGscher Lösung bei Zimmertemperatur und wegen des Gelingens der SENFTschen Probe an Schnitten.

Der mikrochemische Nachweis des Elaterinids wurde zuerst mit der LINDOschen Methode versucht. Ich erhielt dabei aber keine deutlichen Bilder, da die konzentrierte Schwefelsäure die Gewebe zu rasch zum Verquellen bringt. Doch gelingt die Probe insofern, als das ganze Fruchtinnere eine schwarzrote Farbe annimmt. Eine deutlich rote Farbe zeigen ferner lange, schlauchartige Elemente der Gefäßbündel. Dies war schon BRAEMER aufgefallen, der daraus den Schluß zog, daß diese Zellen zur Speicherung oder Leitung des Glukosides dienen. Dieser Meinung kann ich mich nicht anschließen. Zunächst läßt sich leicht zeigen, daß die fraglichen Elemente nichts anders als die Siebröhren sind, welche von einer stark lichtbrechenden Substanz erfüllt werden. In der Frucht bietet dieser Nachweis wegen des gewundenen Verlaufes der Gefäßbündel einige Schwierigkeit, im Fruchtstiel dagegen kann man die Siebplatten leicht beobachten. Bei der Behandlung mit konzentrierter Schwefelsäure lösen sich die Röhrenwände, bevor der Inhalt angegriffen wird. Man sieht dann deutlich die zarten Verbindungen zwischen den Inhaltsmassen der

einzelnen Schlauchstücke. Ich halte es nun für sehr unwahrscheinlich, daß die Siebröhren das Glukosid enthalten und führe die Rotfärbung ihres Inhalts bei Zusatz von konzentrierter Schwefelsäure auf das Eintreten der RASPAILschen Reaktion zurück, die infolge des Vorhandenseins reichlicher Zuckermengen in den eiweißreichen Siehröhren zustande kommt.

Viel besser wie mit der LINDOschen Methode ließ sich das Glukosid, oder wenigstens sein zuckerfreier Spaltling mit Sudan III mikrochemisch nachweisen. Färbt man Querschnitte durch die Frucht mit Sudan, so erkennt man, daß sich im Plasma der Zellen des inneren Fruchtparenchyms zahlreiche kleine rote Tröpfchen befinden. Etwas größere lassen sich dann überall im Leitparenchym der Gefäßbündel nachweisen. Der Zellsaft wird nirgends gefärbt. Ob die gefärbten Tropfen das Elaterin darstellen, muß unentschieden bleiben; es könnten ja auch Fetttröpfchen sein. Größere Tropfen, wie sie im ausgespritzten Saft auftreten, waren in den Zellen nirgends zu erkennen. In ihnen ist eben das Glukosid ungespalten vorhanden und so schien der Nachweis des Elaterins mit Sudan zunächst aussichtslos. Schließlich wurde er aber doch, und zwar durch folgende Beobachtung, ermöglicht. Werden die Zellen des inneren Fruchtparenchyms plasmolysiert, so treten in ihrem Zellsaft plötzlich größere stark lichtbrechende Kugeln in beträchtlicher Menge auf (Taf. I, Abb. 2). Diese Kugeln färben sich mit Sudan III intensiv rot. Es ist gar nicht daran zu zweifeln, daß wir hier denselben Körper vor uns haben, der auch im ausgespritzten Saft auftritt, und damit ist erwiesen, daß dieser aus den Zellen des Fruchtfleisches stammt. Das Auftreten der Tropfen bei der Plasmolyse ist wohl so zu erklären, daß dabei, ebenso wie beim Ausspritzen, ein Teil des Glukosides gespalten wird.

Wenn der bei der Explosion der Frucht austretende Saft aus den großen Parenchymzellen der Frucht stammt, so ist auch anzunehmen, daß sie es sind, welche durch kräftigen Turgor das Kontraktionsgewebe spannen. Eine Bestimmung der Höhe des osmotischen Druckes dieser Zellen in der ausgereiften Frucht ist unmöglich, da diese nicht ohne Ausschleuderung des Inhaltes angeschnitten werden kann. Man muß also jüngere Früchte zur Untersuchung heranziehen. In den größten Früchten, die ich noch untersuchen konnte, verursachte erst eine Lösung, die 0,8 Mol KNO_3 im Liter enthielt, Plasmolyse. Dabei kontrahierten sich die Zellen um 10—15 pCt. ihrer Länge und Breite. Der osmotische Druck der gespannten Zellen kann leicht ermittelt werden, wenn man die Volumabnahme, welche die Zellen bei der Plasmolyse er-

leiden, berechnet. Betrachtet man die Zellen als Rotationsellipsoide, bei welchen durchschnittlich der halbe Längsdurchmesser b = 0,25 mm und die halben Querdurchmesser a = 0,15 mm betragen, was ungefähr den natürlichen Verhältnissen entspricht, so werden sich diese Maße bei einer 10proz. Verkürzung auf b = 0,225 und a = 0,135 reduzieren. Daraus läßt sich für die gespannte Zelle das Volumen $\left(V = \frac{4 \pi a^2 b}{3}\right)$ auf 0,023 mm³, für die entspannte auf 0,017 mm³ berechnen. Besitzt die entspannte Zelle im Momente der Plasmaabhebung einen osmotischen Druck gleich 0,8 Mol KNO_3 im Liter, d. i. gleich 29,6 Atmosphären[1]), so beträgt der Druck in der gespannten Zelle entsprechend der Volumzunahme ca. 21 Atmosphären. In der reifen Frucht kann, wie der Versuch mit der in 10proz. Kalisalpeterlösung eingetauchten ganzen Frucht beweist, diese Lösung noch keine völlige Entspannung herbeiführen. Weitere derartige Proben konnte ich leider infolge Materialmangels nicht anstellen, doch läßt sich folgende Schätzung vornehmen. Hätte eine nur wenig stärkere KNO_3-Lösung, also etwa eine 1,2 Mol im Liter enthaltende zur Entspannung geführt und zwar nach einer durchschnittlichen Verkürzung der Zellen von 15 pCt., so läßt sich der osmotische Druck in den gespannten Zellen in der oben angegebenen Weise auf 27 Atmosphären berechnen. Ist dieser Wert auch nicht ganz genau, so kann doch mit Sicherheit gesagt werden, daß in den Zellen des Fruchtfleisches ein ähnlicher, jedenfalls ungewöhnlich hoher osmotischer Druck besteht, für welchen wir den hohen Zucker- und Glukosidgehalt der Zellen verantwortlich machen können.

Im Fruchtinnern herrscht also ein hoher osmotischer Druck, der das kräftige Kontraktionsgewebe dehnt und so zu der starken Spannung der Fruchtwand führt. In dem Moment, in welchem der Fruchtstiel zufolge der Lösung des ihn umgebenden Gewebes dem Drucke weicht, entsteht an der Fruchtbasis eine Stelle, an welcher der Gegendruck fehlt, was zur Folge hat, daß sich die Fruchtwand unter Auspressung des Fruchtinhalts kontrahiert. Die dünnen Wände der Zellen des Fruchtfleisches können dem Drucke nicht widerstehen, die Zellen platzen und spritzen insgesamt ihren Inhalt aus, wobei die Samen mitgerissen werden. Die ganze Frucht der Spritzgurke verhält sich also nicht anders wie ein einzelner

1) Berechnet nach 1 Mol KNO_3 im Liter = 37 Atmosphären. Vgl. RENNER, O., Über die Berechnung des osmotischen Druckes. Biologisches Centralblatt, Bd. XXXII, 1912, S. 501.

Ascus eines sporenausschleudernden Ascomyceten. Daß die Zellen des Fruchtfleisches nach dem Spritzvorgang tatsächlich entleert sind, läßt sich leicht mikroskopisch feststellen. Man findet im Innern der Frucht, zum Teil auch im ausgespritzten Saft, nur mehr eine Menge gänzlich kollabierter Membranen. Nur an der Fruchtwand selbst finden sich noch Gruppen intakter Zellen.

Pflanzenphysiologisches Institut der Universität Berlin. Januar 1915.

Erklärung der Tafel I.

Abb. 1. Zellen des Kontraktionsgewebes am Querschnitt durch die Frucht.
Abb. 2. Zellen des Fruchtinnern bei der Plasmolyse in konzentriertem Glyzerin.
Abb. 3. Querschnitt durch die Epidermis der Samenschale in Alkohol.
Abb. 4. Oberflächenansicht der Samenschalenepidermis in Alkohol.
Abb. 5. Isolierte Leisten der Samenschalenepidermis nach der Verquellung in Wasser.

---

4. R. Wasicky: Zur Mikrochemie der Oxymethylanthrachinone und über ein Anthraglykoside spaltendes Enzym im Rhabarber.

Aus dem pharmakognostischen Universitätsinstitut in Wien. (Vorstand: Hofrat Prof. Dr. J. MOELLER.)

38.

(Mit Taf. II.)

(Eingegangen am 24. Januar 1915.)

Bei der Durchmusterung mehrerer Wochen alter Schnitte aus einem Rhizom von *Rumex hymenosepalus* Torr. fanden sich in den mit verdünntem Glyzerin hergestellten Präparaten massenhaft Sterne aus braunen, gebogenen, sehr feinen Nadeln vor. Die Schnitte hatte Hofrat MOELLER anfertigen lassen, als er für die 3. Neuauflage von WIESNERs: Die Rohstoffe des Pflanzenreiches[1]), den Artikel Canaigrewurzel bearbeitete. Die zum Studium der erwähnten Kristalle vorgenommenen Untersuchungen haben einige interessante Ergebnisse geliefert, die der Veröffentlichung wert erschienen.

---

1) Leipzig, W. ENGELMANN, 1914 u. ff.

Über Canaigre selbst seien folgende Daten gebracht, die dem Manuskript Moellers mit der gütigen Erlaubnis des Autors entnommen wurden. Canaigre oder Raiz del Indico sind die harten Wurzelknollen von *Rumex hymenosepalus* Torr., das im südlichen Nordamerika und in Mexiko in ungeheuren Mengen vorkommt. In der Heimat wird Canaigre als vorzügliches Gerbematerial verwendet, lenkt aber infolge seiner ausgezeichneten Eigenschaften bei uns in immer höherem Maße die Aufmerksamkeit auf sich. Der Gerbstoffgehalt des Rohstoffes wird mit 30,5 pCt. angegeben. Außerdem sollen Zucker 10 pCt., darunter 8 pCt. Saccharose, dann Derivate der Chrysophansäure vorhanden sein.

Danach war es wahrscheinlich, daß die erwähnten Kristalle Oxymethylanthrachinonen angehören. Sie traten auf in Form von mehr oder weniger langen, geraden oder gebogenen Nadeln oder Fäden, die sich zu Büscheln von gelbbrauner Farbe zusammensetzten. Häufig sahen sie Geflechten von dünnen Pilzhyphen täuschend ähnlich (s. die gleichen Kristalle bei *Rheum* in der Abbildung). In Chloroform, Toluol, Benzol, Alkohol, Eisessig waren sie löslich, schwerer in Äther. Mit Kalilauge erfolgte unter Lösung eine kirschrote Färbung. Ammoniak, Kalkwasser bewirkten eine schön rosenrote, Alkalikarbonate eine schwach rötliche Färbung. Die Krystalle waren also tatsächlich Anthrachinonderivate; die mikrochemische Literatur der bekannten Anthrachinondrogen erwähnt nichts über den Nachweis der Anthrachinone in Form von Kristallen im Präparate selbst. Doch findet man im anatomischen Atlas von Vogl[1]) in der Abbildung von Radix Rhei strahlige Gruppen nadelförmiger Kristalle eingezeichnet, die der Autor auf Chrysophansäure bezieht. Ferner erwähnen Tschirch und Oesterle[2]) in ihrem Atlas bei Rhizoma Rhei, daß einer der Farbstoffe von *Rheum*, wenn man Chloralpräparate längere Zeit in Glyzerin liegen läßt, in sehr langen Nadeln (wie es scheint das Emodin) in den Zellen auskristallisiert. Auf der Tafel 68 bilden die Autoren ein solches Nadelbüschel ab. Ob die Kristalle in den Canaigrepräparaten und die gleichen Kristalle, die ich in *Rheum*-schnitten erhielt, Emodin oder Chrysophansäure oder eine andere bestimmte Verbindung waren, konnte ich nicht entscheiden, da ich mir nicht alle in Frage kommenden Verbindungen beschaffen konnte. Ähnliche Kristalle wurden erhalten, wenn man Emodin

1) A. G. v. Vogl, Anatomischer Atlas zur Pharmakognosie, Wien und Leipzig, Urban & Schwarzenberg, 1887.

2) A. Tschirch & O. Oesterle, Anatomischer Atlas der Pharmakognosie und Nahrungsmittelkunde, Leipzig, Tauchnitz, 1900.

oder Rhein des Handels — dieses ist nach OESTERLE und HAUGSETH[1]) nichts anderes als fast vollkommen reine methoxylfreie Chrysophansäure — in wässerigem Glyzerin, dem ein wenig Azeton zugesetzt war, soweit als möglich in Lösung brachte, und einen Tropfen auf dem Objektträger an der Luft stehen ließ. Langsam fielen nun die Kristalle aus. Meine Meinung geht dahin, daß es sich vielleicht um Mischkristalle verschiedener Oxymethylanthrachinone handelt. Sie stützt sich vor allem darauf, daß die Präparate von *Rumex hymenosepalus* und von *Rheum* die Kristalle in solchen Mengen enthielten, daß sie auf einen einzigen dieser Stoffe nicht zurückgeführt werden können.

Bei der Untersuchung von *Rumex hymenosepalus* waren Wurzeln verschiedener Provenienz herangezogen worden. Aber nur die Schnitte einer einzigen Wurzel wiesen die Kristalle auf. Bei näherer Besichtigung zeigte sich, daß diese Wurzel von Insekten angefressen und von Pilzen befallen war. Man konnte also vermuten, daß die Tätigkeit der Parasiten eine Zersetzung der Anthraglykoside zur Folge hatte und die freien Anthrachinone im Glyzerinpräparat auskristallisierten. Wie verhält es sich aber mit *Rheum?* Treten die Kristalle auch nur in verdorbener Ware auf? Um diese Frage zu lösen, wurden möglichst viele Rhabarberrhizome untersucht. Sie entstammten den Sammlungen des Wiener pharmakognostischen Universitätsinstitutes. Ungefähr 20 Stücke verschiedener Herkunft und verschiedenen Alters wurden geprüft. Darunter war eins verschimmelt und von Insekten zerfressen. Es wurden von den Stücken Schnitte angefertigt, in verdünntes Glyzerin eingelegt und durch längere Zeit beobachtet. In der verdorbenen Ware begannen die gleichen Kristalle wie oben schon nach 3—4 Stunden anszufallen und nach 24 Stunden war das Präparat von ihnen erfüllt. Von den anderen unverdorbenen Stücken begann bei dreien die Kristallbildung nach zwei Tagen. Im Laufe einer Woche nahm sie zu, erreichte aber bei weitem nicht den hohen Grad des ersten Stückes. Bei den meisten anderen Stücken trat nur eine ganz spärliche Kristallbildung erst nach 1—2 Wochen ein. Bei den restlichen sah man erst nach einigen Wochen hier und da einen Kristall ausfallen. Dieses Verhalten ließ den Gedanken aufkommen, daß die freien Oxymethylanthrachinone nach längerer Zeit einige wenige Kristalle bilden, sonst aber eine Enzymwirkung vorliege und zwar, daß es sich in der gut erhaltenen Droge um

1) O. A. OESTERLE und E. R. HAUGSETH, Über das „Rhein. cryst.“ des Handels, Archiv d. Pharm. 251. H. 7.

kleinere Reste eines in der Pflanze vorkommenden Enzyms handle, in der verdorbenen aber durch die parasitäre Tätigkeit ein solcher Stoff zur Ausscheidung gelangt war

Zur Entscheidung wurde folgender Untersuchungsgang eingehalten:

Es wurden verschiedene *Rheum*schnitte mit verdünnten Mineralsäuren (5 pCt.) auf dem Objektträger kurze Zeit den Dämpfen des Wasserbades ausgesetzt. Meist genügten schon fünf Minuten. Man sah dann das Wurzelparenchym ganz bedeckt von kleinen Nadeln, die einzeln lagen oder in Büscheln. Die Reaktionen ergaben, daß es sich um Oxymethylanthrachinone handle. Niemals erreichten die Kristalle die Größe und die Form der spontan ausgefallenen, wahrscheinlich infolge der raschen Kristallisation. Dann wurden Glyzerinpräparate von allen *Rheum*stücken und von der verdorbenen Radix Canaigre erhitzt. In keinem Falle erfolgte Kristallisation, höchstens zeigten sich nach einigen Tagen spärliche Kristalle. Wohl gelang aber dann noch die Kristallisation mit den Säuren. Sodann legte ich mir kalte Auszüge der verdorbenen Canaigre- und *Rheum*wurzel mit verdünntem Glyzerin an und filtrierte. Von dem Filtrat wurden einige Tropfen Glyzerinpräparaten, in denen sonst keine oder nur wenige Kristalle zu beobachten waren, zugesetzt. Prompt kristallisierten nach ein paar Stunden die charakteristischen Büschel aus. Schließlich wurden mit Hilfe von feuchtem Brot Schimmelpilzkulturen angelegt. Sie wurden mit Sand zerrieben und mit verdünntem Glyzerin ausgezogen. Die mit dem Filtrat angestellten Versuche waren aber fast negativ, da nur eine ganz schwache Kristallisation eintrat. Mehr Glück hatte ich mit Emulsin (von MERCK bezogen), da es in allen Fällen Kristallbildung bewirkte. Doch erreichte diese nicht den Grad, wie in der verdorbenen Canaigre- und *Rheum*wurzel. Aus diesen Versuchen folgt also, daß in den beiden Fällen verdorbener Ware Körper enzymartiger Natur vorhanden waren, welche auf die Anthraglykoside spaltend wirkten. Man kann sich vorstellen, daß diese Spaltung den Parasiten die Ausnützung der gebundenen Glykose ermöglichte.

Auch die Vermutung, daß in guter Droge Reste eines glykosidspaltenden Enzyms vorhanden sein können, ließ sich bestätigen. Die sehr interessanten Untersuchungen TUNMANNs[1]) über den Faulbaum haben gezeigt, daß die Anthraglykoside oder ihre präfor-

1) O. TUNMANN, Zur Kenntnis des Faulbaums und seiner Glykoside. Pharm. Zentralh. 1907, Nr. 6.

mierten Substanzen im Faulbaum wichtige Reserve- und Baustoffe darstellen. Nach den Kenntnissen, die wir heute von den Enzymen[1]) besitzen, erfolgt der Auf- und Abbau der Glykoside in der Pflanze vermittels spezifischer Enzyme.

Durch das Entgegenkommen des Komitees zur staatlichen Förderung der Kultur von Arzneipflanzen in Österreich war es mir möglich, frischen Rhabarber zu erhalten und so an das Studium der speziellen Verhältnisse beim Rhabarber heranzutreten.

Im Mai 1912 wurden in der Versuchsstation in Korneuburg bei Wien aus Samen gezogene Pflänzchen verschiedener *Rheum*-Arten ausgesetzt und entwickelten sich üppig[2]). Im Frühjahr 1914, als sich eben die ersten Blätter über dem Erdbeden zeigten, untersuchte ich einige Rhizome. Wenn man die Schnitt- oder Bruchfläche der Droge mit Kalilauge betupft, tritt bekanntlich sofort Rotfärbung ein. Die Schnitte der im ersten Frühjahr gesammelten Rhizome aber gaben mit Kalilauge keine Rot-, sondern nur eine schwache Gelbfärbung. Bei der Behandlung mit Säuren erfolgte nicht die geringste Kristallbildung. Ließ man aber auf den frischen Schnitt vorher konzentriertes Wasserstoffsuperoxyd (Perhydrol 1 T., destill. Wasser 3 T.) einwirken, so erzielte man mit Kalilauge Rotfärbung, mit Säuren Kristallbildung. Ich dachte zunächst an die Möglichkeit, daß in der Pflanze die in der Droge vorkommenden Oxymethylanthrachinone überhaupt nicht als solche vorhanden sind, sondern nur Vorstufen, aus denen sie bei der Trocknung durch eventuelle Oxydation entstehen. Um dies zu entscheiden, wurden kleine Mengen des Rhizoms getrocknet und zwar ein Teil bei gewöhnlicher Lufttemperatur, ein anderer bei ungefähr 60° C. Nach drei Wochen wurde tatsächlich bei den an der Luft getrockneten Rhizomen eine schwache Rotfärbung erhalten, nicht aber bei den anderen. Wasserstoffsuperoxyd war dann noch in beiden Fällen wirksam. Nach diesen Versuchen war also anzunehmen, daß bei der Lufttrocknung eine Oxydation, wenn auch nur eine geringe, stattfinde und daß diese Umsetzung bei höherer Temperatur nicht erfolge, woraus auf die Tätigkeit eines oxydierenden Enzyms geschlossen werden konnte.

Die frische Wurzel und die kleinen, eben sichtbaren Blätter wurden dann im Fluoreszenzmikroskop untersucht. Darüber später.

---

1) O. BOURQUELOT, Die Synthese der Glykoside, Vortrag, gehalten auf dem XI. internationalen Kongresse der Pharm.

2) E. SENFT, Kulturversuche mit Arzneipflanzen in Korneuburg im Jahre 1913. Zeitschr. für d. landwirtsch. Versuchswesen in Österreich 1914 Heft 3—4.

Leider mußte ich das weitere Studium infolge anderer dringender Arbeiten zurückstellen, und erst im Sommer war es möglich, die Arbeit fortzusetzen.

Gegen Ende Juni war der Rhabarber in Korneuburg zum größten Teile abgeblüht und vielfach waren schon die Früchte entwickelt. Dozent SENFT, der Leiter der Versuchsstation, stellte mir wieder frisches Material zur Verfügung. Kalilauge rief aber jetzt beim frischen Rhizom eine sofortige Rotfärbung hervor. Auch die Kristalle konnten sogleich dargestellt werden. Wasserstoffsuperoxyd war auch hier noch von Wirkung, indem sich dann auf Zusatz von Kalilauge eine intensivere Rotfärbung entwickelte. Ein Teil des Materials wurde für die Untersuchung der Enzyme verarbeitet. Der frische Wurzelstock wurde zerquetscht, mit stark verdünntem Glyzerin mehrere Stunden digeriert, dann wurde ausgepreßt und filtriert. Das Filtrat, das in kurzer Zeit eine blauviolette Farbe annahm, wurde mit konzentriertem Alkohol gefällt, der Niederschlag auf einem Filter gesammelt und bei Zimmertemperatur im Vakuum getrocknet. Es resultierte ein dunkelviolettes Pulver, das zum größten Teil in verdünntem Glyzerin löslich war. Setzte man nun einen Tropfen dieser Lösung irgend einem Drogenpräparat von *Rheum* oder Canaigre in verdünntem Glyzerin zu, so bildeten sich in allerkürzester Zeit (in ein paar Minuten) ungemein zahlreiche Kristalle, welche die Oxymethylanthrachinonreaktion gaben. Erhitzte man aber den Tropfen vor dem Zusatz auf dem Objektträger, so blieb die Kristallbildung aus. Durch ziemlich starke Verdünnung des Tropfens brachte ich es dahin, daß z. B. *Rheum*präparate, die mit Glyzerin allein erst nach Tagen Kristallbildung gezeigt hatten, die oben beschriebenen Büschel schon nach ein paar Stunden aufwiesen (s. Taf. II). Sodann wurden wässerige Abkochungen von *Rheum* mit Phenylhydrazinhydrochlorid und Natriumazetat auf dem Wasserbade erwärmt, dann 24 Stunden stehen gelassen. Der entstandene Niederschlag wurde abfiltriert, das klare Filtrat in drei Portionen geteilt Ein Drittel wurde mit einer wässerigen Lösung des dunkelvioletten Pulvers — ich will es *Rheum*enzym bezeichnen — versetzt. Bald entstand wieder ein reichlicher Niederschlag. Das zweite Drittel, dem erhitzte Enzymlösung zugesetzt wurde, und das letzte Drittel ohne irgend welchen Zusatz zeigten in gleicher Weise nur geringe Trübung. Abkochungen von *Frangula*- und *Cascara*-Rinde verhielten sich ähnlich. Auch mikrochemisch wurden *Rheum*präparate nach dem SENFTschen Verfahren des Zuckernachweises behandelt. Die Präparate waren vorher erhitzt worden. Auf Enzymzusatz erfolgte

neuerliche Ausscheidung von Zucker, die Kontrollpräparate ohne Enzym und mit erhitztem Enzym ließen nur eine ganz schwache Mehrausscheidung erkennen.

Es wurde nunmehr das Verhalten des Enzyms gegenüber Amygdalin geprüft. Wässerige Amygdalinlösungen nahmen mit Emulsin sofort starken Blausäuregeruch an. Mit *Rheum*-enzymlösung trat ein schwacher Blausäuregeruch erst nach zwei Tagen auf. Schließlich wurde die wässerige Enzymlösung mit frisch bereiteter Guajaktinktur und Wasserstoffsuperoxydlösung versetzt. Doch erfolgte nur geringe Blaufärbung. Schnitte von frischer *Rheum*wurzel dagegen zuerst in Guajaktinktur getaucht, dann in Wasserstoffsuperoxydlösung, nahmen sofort auf dem ganzen Querschnitt eine intensive Blaufärbung an.

Auch die Indophenolprobe nach RÖHRMANN und SPITZER, wie sie MOLISCH in seiner Mikrochemie[1]) anführt, mit α-Naphtol, p-Phenylendiamin und Soda war stark positiv.

Danach kann man im Rhabarberrhizom mindestens zwei Enzyme annehmen: eine Oxydase und ein Enzym, das die Anthraglykoside von *Rheum*, Canaigre, *Frangula* und *Cascara* spaltet, nicht aber oder nur schwach das Amygdalin. Um die Wirkung des Enzyms auch im Namen festzuhalten, dürfte sich dafür die Bezeichnung Anthraglykosidase eignen.

Interessante Ergebnisse lieferte auch die Untersuchung mit dem REICHERTschen Fluoreszenzmikroskop[2]). Als Reagens gelangte eine Lösung von Borax in konzentriertem Glyzerin (1 : 10) zur Anwendung. Rhabarber zeigt nun, mit diesem Reagens im Fluoreszenzmikroskop angesehen, von jeder oxymethylanthrachinonhaltigen Zelle ausgehend, einen schönen grünen Schleier, welcher den in Lösung gehenden Oxymethylanthrachinonglykosiden entspricht. *Rheum*emodin und MERCKsches Rhein sind in kaltem Boraxglyzerin unlöslich. Im Fluoreszenzmikroskop erscheinen die Kristalle rotgelb bis gelb, die grünen Schleier fehlen. Erhitzt man aber, so findet doch eine geringe Lösung statt und sogleich treten auch die grünen Schleier auf. Wurden mit Anthraglykosidase behandelte *Rheum*präparate mit etwas Boraxglyzerin versetzt, so konnten die Kristalle von gelber bis rötlicher Farbe wahrgenommen

1) H. MOLISCH, Mikrochemie der Pflanze. FISCHER, Jena 1918.

2) R. WASICKY, Das Fluoreszenzmikroskop in der Pharmakognosie, Vortrag, geh. in der Abt. VIII der 85. Vers. Deutsch. Naturf. u. Ärzte in Wien.

werden, aber nicht das geringste Grün, ein Beweis, daß die Glykoside ganz gespalten waren. Das frische Frühjahrsrhizom zeigte im Fluoreszenzmikroskop fast alle Zellen erfüllt mit einer Lösung, die eine helle, grünweiße, glänzendleuchtende Farbe aufwies. Auch in den frischen Blättern war die Lösung reichlich vorhanden. Nach der Behandlung der Wurzel mit Wasserstoffsuperoxyd nahm das Grün zu, dagegen ging der starke Glanz verloren. Die frische, im Sommer eingesammelte Wurzel zeigte ein helles, leuchtendes Grün, ebenso die Blätter. Die an der Luft getrocknete Frühjahrswurzel zeigte nach einigen Monaten eine grünweiße Farbe, während die einen Monat alte Sommerwurzel sich von der Handelsdroge im Fluoreszenzmikroskop nicht besonders unterschied. Auch in den trockenen Blättern waren reichlich Oxymethylanthrachinonglykoside vorhanden.

Bevor ich das Resultat der vorliegenden Untersuchungen zusammenfasse, will ich darauf aufmerksam machen, daß ihnen vielfach der Charakter von ersten Untersuchungen zukommt, die zum Teil ohne einen besonderen methodischen Gang einzuhalten, angestellt wurden. Auch mußte mit dem Material gespart werden. Durch die bisherigen Ergebnisse ist die Fragestellung eine schärfere geworden und im kommenden Jahre werden die Untersuchungen in größerem Maßstabe durchgeführt werden. Vor allem wird dem Studium der Anthraglykosidase und anderer Enzyme und der Entstehung und der Rolle der Anthrachinonderivate in *Rheum* eine größere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Vorläufig hat sich ergeben:

In der Rhabarberpflanze sind mindestens zwei Enzyme vorhanden, ein Oxydation bewirkendes und die Anthraglykosidase. Die letztere scheint spezifisch auf die Anthraglykoside zu wirken, die sie spaltet. In *Rheum*- und Canaigrepräparaten erfolgt die Spaltung restlos, wobei schöne Kristalle zur Ausbildung gelangen, da die freien Anthrachinone in verdünntem Glyzerin fast unlöslich sind. Auf Amygdalin ist das Enzym ohne oder nur von ganz geringer Wirksamkeit. In der Pflanze fällt ihm die Aufgabe zu, die Anthraglykoside, welche als Reservestoffe anzusehen ist, zu spalten. Doch dürfte es auch bei der Synthese der Anthraglykoside eine wichtige Rolle spielen. Die in der Droge wirksamen Anthrachinonderivate entstehen erst im Laufe der Entwicklung der Pflanze aus gewissen Vorstufen, wobei die Oxydation vermittels Oxydasen von Bedeutung sein dürfte. Diese chemischen Vorgänge sind mit dem Ernten der Pflanze noch nicht abgeschlossen, sondern finden ihre Fortsetzung bei der Trocknung,

e auch mit oxydativen Prozessen auf enzymatischer Grundlage aherzugehen scheint.

Erklärung der Taf. II

Oxymethylanthrachinonkristalle, erhalten aus einem Rhabarberschnitt in verdünntem Glyzerin. Partie seitwärts vom Schnitt. Vergr. 1 : 100.

5. E. Bachmann: Kalklösende Algen.

(Mit Tafel III.)

(Eingegangen am 27. Januar 1914.)

In den Berichten der Deutschen Botanischen Gesellschaft Bd. XXXII, S. 502 ff.) hat DIELS Untersuchungen über die Algenvegetation der Südtiroler Dolomitriffe veröffentlicht. Er unterscheidet eine epilithische und endolithische Formation. Die von ihm beobachteten endolithischen Algen, meist Schizophyceen, sind nur Spaltenbewohner. „Ein Hineinfressen in die Kristalle . . . habe ich bei diesen Algen nicht wahrgenommen" sagt er auf Seite 521.

Demgegenüber möchte ich auf mehrere Vorkommnisse hinweisen, in welchen sich den seinigen sehr nahestehende Arten als stark kalklösende Pflanzen erwiesen haben.

Daß sich Algen in Kalk hineinfressen können, haben BORNET[1]) und FLAHAULT längst gezeigt. Deren Angaben sind durch Beobachtungen, die NADSON[2]) an den Küsten von Helgoland und in einigen russischen Bächen gemacht hat, ergänzt worden. In beiden Fällen handelt es sich um Algen, die dauernd unter Wasser leben oder vom Seewasser periodisch bespült werden. Allerdings erwähnt NADSON[3]) auch kalkbohrende Algen aus der supralitoralen Region, die nur Spritzwasser empfangen. Die gefundenen Arten gehören zu ungefähr gleichen Teilen zu den Chlorophyceen und

1) BORNET, ED. et FLAHAULT, CH., Sur quelques plantes vivant dans le test calcaire des mollusques. Bullet. de la Soc. Botan. de France. T. XXXVI, 1889.

2) NADSON, G., Die perforierenden (kalkbohrenden) Algen und ihre Bedeutung in der Natur. Script. Bot. Horti Univ. Imperialis Petropolitanae, 1900—1902.

3) Derslb., a. a. O., S. 38.

Schizophyceen, unter letzteren ist aber die Familie der Chroococcaceen gar nicht vertreten, wogegen sie in der epilithischen und endolithischen Algenflora der Dolomitenriffe vorwiegt, so daß DIELS geradezu von einem Cyanocapsetum spricht. Ähnliche Funde habe ich auf oberdevonischen Kalken von Plauen, auf Kalken der Aareklamm bei Meiringen und der Tobelschlucht unterhalb des Dorfes Amden am Nordrande des Walensees, endlich auf Karstkalken aus Österreichisch-Kroatien gemacht und in den Dünnschliffen untersucht. Die ungemein lebhafte Bohrwirkung dieser Algen ließ sich am besten an den Plauener Funden verfolgen.

Die devonischen Kalkklippen bei Reusa und der als „Weißer Stein" bezeichnete Kalkfels am linken Elsterufer bei Plauen sind meist mit epi- und endolithischen Kalkflechten bewachsen. Aber manche bis quadratmetergroße Flächen erscheinen dem unbewaffneten Auge völlig nackt und erst bei Lupenbetrachtung stellenweise wie mit kleinen, schwarzen Pünktchen überstreut. Weil ich diese für Flechtenanfänge hielt, stellte ich Dünnschliffe her und untersuchte die Pünktchen nach Auflösung des Kalkes in Salzsäure mikroskopisch. Dabei zeigte sich die auffallende Tatsache, daß die mächtigste Zone aller Kalkflechten, die sogenannte Rhizoidenzone, völlig fehlte, daß die schwarzen Körperchen dem Kalk nur anklebten, nicht aber durch Hyphen in ihm tief verankert waren.

Wie winzig sie sind, geht aus der Tatsache hervor, daß auf einem Flächenschliff von 3 mm² Flächeninhalt 12 derselben mit einem ungefähren Durchmesser von 40, höchstens 40 : 80 μ, und außerdem noch zahlreiche kleine schwarze Pünktchen von 6 bis 12 μ Durchmesser gleichmäßig verteilt waren. Die kleinsten sind einfache Kugeln, dann folgen Vierer- und Achterpakete von würfelförmiger Gestalt; die meisten sind vielzellige kegel-, schalen- oder walzenförmige Körper von gelbbrauner Färbung und so dunklem Ton, daß die einzelnen Zellen nur bei weitgeöffneter Blende einigermaßen, ganz deutlich erst nach Behandlung mit Chlorkalklösung + Salzsäure erkennbar sind. In stark alkalischem Kaliumhypochlorit erfolgt ebenfalls Aufhellung, außerdem aber auch Quellung der Zellwände, die dann, wenn auch nicht an allen Stellen, Schichtung erkennen lassen (Abb. 3). Diese knorpelartig harten Zellkomplexe, wohl zur Sektion *Xanthocapsa*[1]) Nägeli der Gattung *Gloeocapsa*

1) KIRCHNER, O., Schizophyceae, S. 54 in ENGLER und PRANTL, Die natürlichen Pflanzenfamilien. Tl. I, Abtlg. Ia.

Kützing gehörig, bilden in Feuchtigkeitsperioden Auswüchse mit fast farblosen Wänden, gelblichem Inhalt und deutlich erkennbarem Zellaufbau. So stellt Abb. 4 einen flachschalenförmigen, braunen Algenkörper dar, der unter günstigen Wachstumsbedingungen einen zellreichen Höcker gebildet hat. Beide zusammen bilden nun einen stumpfen Kegel, der mit seiner Spitze (s) nach innen gerichtet ist, seine Basis (b) dem offenen Ende des von ihm bewohnten Grübchens zuwendet. Ähnlich verhält es sich mit dem in Abb. 5 veranschaulichten Algenkörper, der aber nur an der äußersten Spitze so durchsichtig ist, daß man die einzelnen Zellen unterscheiden kann; die Mitte ist schon gelb, die Basis (b) dunkelbraun gefärbt. Die an der äußersten Spitze befindlichen Zellen sind durch Größe und Weite vor den übrigen ausgezeichnet, am auffallendsten in Abb. 5, wo der längste Durchmesser jeder der beiden Zellen 16 μ beträgt. In Abb. 3 endlich sehen wir einen ganz undurchsichtigen, braunen, spitz kegelförmigen Zellkomplex, der aus einem im Januar, in einer trockenen Kälteperiode gesammelten Kalkstück stammt. Er stellt einen Ruhezustand der kalkbohrenden Alge dar.

Wie dieselbe auf den Kalk einwirkt, zeigen Abb. 1 und 2, bei ungleichen Vergrößerungen gezeichnet. Wie ersichtlich, sitzt in der Tiefe jedes Grübchens in der Regel ein, von oben betrachtet, rund oder länglich gestalteter schwarzer Körper, dessen Durchmesser hinter dem des Grübchenrandes weit zurückbleibt. Die genauere Gestalt und die Tiefe des Grübchens sind aus Abb. 2 erkennbar, in welcher das dunkelste Grau die Oberfläche des Kalks bei höchster Einstellung des Tubus auf den Flächenschliff bedeutet. Die Grenzlinie I, mit der der zweite, hellere Ton des Grau beginnt, stellt den äußeren Umfang des Grübchens dar, die unregelmäßig gezackte, aber mit der ersten ungefähr konzentrisch verlaufende Kurve II, die den zweiten Ton gegen den dritten abgrenzt, ist nach einer Senkung des Tubus um 23 μ, die folgende (III) nach einer neuerlichen Senkung um 23,5 μ als schärfste Umrandung des Grübchens gezeichnet worden. Von der obersten bis zur dritten Isohypse besteht demnach ein Abstand von 46,5 μ. Da die dritte Isohypse zugleich mit der nach oben gewendeten Grundfläche des Algenkörpers zusammenfällt, erhält man die gesamte Tiefe des trichterförmigen Grübchens, wenn man zu der obigen Größe noch die Höhe des Algenkegels addiert.

An sechs Grübchen und ihren Bewohnern wurden die betreffenden Dimensionen ermittelt und zu folgender Tabelle zusammengestellt, in der die oberste Reihe zu Abb. 2 gehört.

	Höhe des oberen leeren Raumes	Höhe des Zellkomplexes	Größte Breite desselben	Gesamthöhe des Grübchens
I:	46,5	100	70	146,5 μ
II:	41,8	96	56	187,8 „
III:	23,5	68	42	91,5 „
IV:	29,4	46	—	76,4 „
V:	24,25	69,75	—	94.0 „
VI:	23,25	54,25	—	77,5 „

Aus alledem geht hervor, daß diese Algenkörper im Gegensatz zu den Kalkflechten, die vorwiegend horizontale Ausbreitung besitzen, mehr in die Tiefe als in die Breite arbeiten.

Wie das geschieht, soll durch Abbildung 6 veranschaulicht werden. Konstruiert man nämlich nach den Abmessungen des in Abb. 3 dargestellten Algenkörpers ein gleichschenkliges Dreieck mit der Basis $ab = 70$ und der Höhe $h = 100$, verlängert dann dessen Schenkel über die Basis hinaus bis zur Höhe $h + h' = 146{,}5$, so erhält man ein Schema des hohlkegelförmigen Grübchens und des in ihm wie ein zu tief eingetriebener Pfropf sitzenden vollkegelförmigen Zellkomplexes. Der Inhalt des Grübchens läßt sich zu 403 356 μ^3, der des Vollkegels zu 128 282 μ^3 berechnen. Der leere Raum über der Algengruppe beträgt demnach 275 074 μ^3, oder ist über zweimal größer als der Inhalt dieser.

Wie entsteht dieser große Hohlkegel und im besonderen der obere leere Raum? Daß es sich hierbei um eine chemische Wirkung handelt und nicht um eine mechanische, wie der unglücklich gewählte Ausdruck „kalkbohrende" Algen vermuten lassen könnte, ist selbstverständlich. — Auf die kräftig lösende Einwirkung von Algenfäden auf organische Stoffe hat schon MEYER[1]) aufmerksam gemacht. Nach ihm werden die dünnen Wände und der aus Betulin bestehende Zellinhalt der Frühjahrskorkschichten der Birken durch die rindeneinwärts dringenden Algenfäden glatt aufgelöst und wie scheint resorbiert. Als Sitz der auflösenden Kraft nimmt Verf. ein unbekanntes, den *Trentepohlia*zellen innewohnendes Ferment an.

Um die Auflösung des Kalks zu erklären, ist nur die Annahme einer Säure oder eines sauren Salzes als Abscheidungsprodukt der Algenzellen erforderlich. NADSON[2]) will an den Fäden von *Gomontia*, *Ostreobium* und *Mastigocoleus* Kristalle oxalsauren Kalks gesehen haben und schließt daraus, daß die Algen Kaliumoxalat absondern und dieses sich mit dem Kalziumkarbonat zu unlöslichem

1) MEYER, K., Die Lebensgeschichte der *Trentepohlia umbrina* Mart. Botan. Zeitung, Jhrg. 67, 1909, S. 40.

2) NADSON, G., l. c. S. 39.

Kalziumoxalat umsetze. Weiter nimmt er an, daß Oxalsäure auf das Natriumchlorid des Meerwassers einwirke und aus ihr Salzsäure frei mache, welche den kohlensauren Kalk noch stärker löse. Ich kann mich dieser komplizierten, und auf Luft- beziehungsweise Süßwasseralgen nur in ihrer ersten Hälfte anwendbaren Hypothese nicht anschließen.

Bei manchen Kalkflechten habe ich zwar auch Abscheidung von Kalziumoxalat bemerkt, in einem Falle sogar recht reichliche, aber immer außerhalb der Gonidienzone, nie in der Rhizoidenzone, die als erste Pionierin in den Kalk eindringt, deren Hyphen demnach viel Oxalsäure abscheiden und wegen der Unlöslichkeit des dabei entstehenden Kalziumoxalats von Kristallen dieses Salzes umkrustet sein müßten. Davon ist nichts zu sehen, auch nicht bei denen, die es in ihrer Rinde aufspeichern, ebensowenig bei den von mir untersuchten Kalkalgen.

Daß Kaliumoxalat als Lösungsmittel nicht in Betracht kommen kann, geht aus folgender Überlegung hervor. Nach der Gleichung

$$CaCO_3 + K_2C_2O_4 = CaC_2O_4 + K_2CO_3$$

würde außer unlöslichem Kalziumoxalat noch das leicht lösliche Kaliumkarbonat entstehen und vom Wasser sofort weggeschwemmt werden. Damit wäre die Auflösung des Kalks beendigt und würde auf die Berührungsfläche zwischen Alge und Kalk beschränkt bleiben, während sie in Wirklichkeit viel weiter um sich greift. Sodann müßte das entstandene Kalziumoxalat, das seiner Formel nach wahrscheinlich ein größeres Volumen einnimmt als die äquivalente Menge Kalziumkarbonat, seiner Unlöslichkeit wegen den Raum des letzteren völlig erfüllen, und es könnten keine schachtartigen oder andersgeformten Höhlungen, die der Dünnschliff deutlich erkennen läßt, entstehen.

Nimmt man dagegen an, daß die kleinen Algenkörper im Zustand der Lebenstätigkeit eine Säure absondern, die mit Kalzium ein lösliches Salz bildet, daß dieses von dem Wasser sofort weggespült wird, so ist die Entstehung von Hohlräumen, die sich der Form des Algenkörpers eng anschließen, erklärt, außerdem aber auch die Erweiterung der Höhlungen über den Bereich der säureabsondernden Pflänzchen hinaus.

Wie das geschieht, sei an Abb. 6 erklärt: Bei Beginn einer Feuchtigkeitsperiode füllt sich das Grübchen bis oben an mit Wasser. Der im Grunde ruhende Algenkörper erwacht aus dem Trockenheitsschlafe, beginnt zu wachsen und eine organische Säure abzusondern. Diese wirkt auf die anstoßenden Wände der Höhle ein, zersetzt das Kalziumkarbonat und treibt eine ihr selbst äqui-

valente Menge Kohlendioxyd = CO_2 aus. Indem es nach außen entweicht, muß es das über dem Algenkörper befindliche Wasser durchdringen, löst sich in ihm zu Kohlensäure auf = H_2CO_3 und dieses verbindet sich dort mit dem normalen Kalziumkarbonat der Höhlenwände zu dem wasserlöslichen Bikarbonat.

Da durch den Algenkörper a b c nach der Berechnung auf Seite 48 = 128 282 μ^3 (Inhalt desselben) Kalk verdrängt worden sind, ist die dabei frei gewordene Kohlensäure imstande gewesen, eine ebenso große Kalkmasse außerhalb des Pflänzchens zu lösen, In Wirklichkeit ist aber der leere Raum über dem Algenkörper mehr als doppelt so groß, und dies auch nur unter der Voraussetzung, daß die Wände des Hohlkegels geradlinig verlaufen. Tatsächlich verlaufen sie aber, wie die punktierten Linien andeuten, ziemlich stark geschweift nach außen. Um diese Kalkmasse, die schätzungsweise dreimal größer ist als der Kalkkegel a b c, zu lösen ist die aus diesem ausgetriebene Kohlensäure nicht ausreichend gewesen. Daraus geht mit Sicherheit hervor, daß der Algenkörper einen Überschuß von Säure abgesondert hat, die dazu verwendet worden ist, den größten Teil des Kegelstumpfes a b d e aufzulösen.

So versinken diese Algen vom frühesten Zustand einer einzelligen Kugel bis zum fortgeschrittenen Zustand eines vielzelligen Kegels durch 2 Lösungsmittel: mit Hilfe reichlich ausgeschiedener organischer Säure und einer genau äquivalenten Menge Kohlensäure, in den Kalk, aus dem letztere stammt, hinein.

Die biologische Bedeutung dieser Lösungsarbeit sehe ich darin, daß durch die Versenkung in tiefe Grübchen, die an kahlen, sonnigen Felswänden haftenden, also unter ungünstigsten Bedingungen lebenden Algen viel länger mit Wasser versorgt bleiben, als wenn sie der oberen Felswand oberflächlich angeklebt wären.

„Die Wasserversorgung ist" nun einmal „die bedeutungsvollste Aufgabe im Haushalte einer Pflanze"[1]).

Aber noch besser als die *Plauener* Felsalgen sind die an Schweizer Kalken gefundenen hierfür ausgerüstet:

Die Algen von dem hellen Kalk der Aareklamm war Herr Professor Dr. SCHORLER in Dresden so gütig zu bestimmen, wofür ich ihm auch hier bestens danke. Nach brieflicher Mitteilung vom 16. November vorigen Jahres tritt am häufigsten eine *Gloeocapsa* auf, deren farblose Gallerthüllen durch Salzsäure rot gefärbt werden. „Sie ähnelt der *Gl. atrata* (Turp.) Ktz., durch die rote

1) WARMING, EUG. und GRÄBNER, P., Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Dritte Auflg., 1914, S. 48.

Färbung ihrer Gallerthüllen aber auch der *Gl. sanguinea* (Ag.) Ktz., die freilich von Natur rot aussieht." Außerdem konnte er noch Fadenstücke von *Scytonema* wahrscheinlich *myochrous* (Dilla.) Ag. und von *Pentalonema crustaceum* (Ag.) Kirchn. auf der dunkelgrauen Oberfläche des Kalkes nachweisen — und in der eingesandten Auflösung einer Kalkprobe ganz vereinzelt zwei weitere interessante Vertreter der Kalkalgen, nämlich einen Faden von *Foreliella perforans* Chodat und von *Gongrosira codiolifera* Chod. In den drei letzten Algen sind Gattungen nachgewiesen worden, die FALGER[1]) bei seiner Untersuchung über die erste Besiedelung der Gesteine nicht gefunden hat.

Dünnschliffe, die ich wegen Mangels an Material nur in geringer Zahl herstellen konnte, scheinen mit den in großer Menge gewonnenen vom zweiten Schweizer Fundort, der Amdener Tobelschlucht, übereinzustimmen.

Der dichte Kalk der Kurfirstenkette am Nordrande des Walensees gehört nach ÖTTLI[2]) teils dem Malm, teils dem Neocom an. Jener hinterläßt bei der Auflösung in Salzsäure nur Spuren, dieser aber ziemlich viel eines unlöslichen Rückstandes. Danach zu urteilen, ist die von mir gesammelte Probe Malmkalk. Er sieht hellgrau aus, ist von braunen Adern durchzogen und erleidet durch die kalkbohrenden Algen eine zweifache Veränderung. Erstens wird er bis auf eine Tiefe von 1,5 mm kreideweiß, porös und so weich, daß es nicht schwer fällt, kleine Stückchen mit der Spitze des Skalpells abzubrechen. Zweitens nimmt seine Oberfläche zahlreiche kleine uud große Rauhigkeiten an, so daß sie eine gewisse Ähnlichkeit mit der DIELSschen Abb. 5 auf Taf. XI der Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. 32 hat. Durch Klüfte, die bis auf den grauen Kalk hinabreichen, wird die weiße Schicht in Wülste und blumenkohlartige Gebilde zerlegt, die aber doch so eng aneinanderhängen, daß sie eine einzige Platte bilden. An manchen quadratzentimetergroßen Stellen ist diese jedoch bis auf einzelne stehengebliebene Pfeiler oder Säulchen abgetragen, offenbar durch Tätigkeit des Wassers.

Bewohnt wird diese poröse Kalkschicht vorherrschend von einzeln liegenden oder zu zweit oder dritt verwachsenen *Chroococcus*zellen. Sie sind olivenbraun gefärbt, kugelrund und

---

1) FALGER, Dr. F, Die erste Besiedelung der Gesteine. Sonderabdr. aus: „Die Kleinwelt", Zeitschr. der Deutsch. mikr. Gesellsch., Bd. VI, 1914, S. 2.

2) ÖTTLI, Dr. MAX, Beiträge zur Ökologie der Felsflora. Untersuchungen aus dem Kurfirsten- und Säntisgebiet. Inaug.-Diss. der Univ. Zürich 1904, S. 36.

haben einen Durchmesser von ungefähr 8—10 μ. Wohl ebenso häufig kommt die *Gloeocapsa*art vor, deren Gallertwände von Salzsäure rot gefärbt werden. Viel seltener ist eine *Aphanothece*, daran kenntlich, daß ihre kleinen, länglichen Zellen in eine strukturlose Gallerte eingebettet sind; der Zellgröße nach steht sie der *A. caldariorum* Rchtr. nahe. Von Fadenalgen habe ich nur dieselbe *Scytonema*- und *Pentalonema*art wie im Kalk der Aareklamm und außerdem eine *Trentepohlia* beobachtet, diese aber nicht für sich allein, sondern immer in Gesellschaft von Hyphen. Hier handelt es sich demnach um einen Flechtenanfang, nicht um reine Algenbesiedelung.

Wie diese Algen auf den Kalk einwirken, zeigen Dünnschliffe senkrecht zur Oberfläche des Kalkes am deutlichsten. So stellt Abb. 7 ein Stückchen eines Querschliffes durch die weiße, 1,36 mm dicke Rinde dar, aber nur den äußeren, 0,8 mm dicken Teil derselben. In ihm sind die Algenkugeln in einer 48—64 μ dicken Außenschicht, die sich infolgedessen durch einen dunkelbraunen Ton von dem inneren Kalk abhebt, am dichtesten beieinander. Nur bei a, b und zwischen c und d ragt eine farblose, im dunklen Gesichtsfeld des Polarisationsapparates sehr stark leuchtende, von Algen nicht oder weniger besiedelte Kalkmasse über die dunkle Außenschicht hinaus. Diese umsäumt aber auch die Seitenwände des Spaltes, der bei S fast 0,8 mm tief schachtähnlich in den Kalk einschneidet. Links von ihm zeigt derselbe Dünnschliff eine noch größere Höhlung, die zwischen T und T' 840 μ lang fast parallel mit der Oberfläche und etwa 600 μ tief unter ihr hinzieht. An mehreren Stellen sendet sie schmälere Ausläufer nach außen, von denen der am weitesten links befindliche fast bis an die Oberfläche reicht. Beim Schleifen ist von diesem Spaltensystem die Hinterwand erhalten geblieben und durch größere Durchsichtigkeit ausgezeichnet. Bei t haften ihr einige, als dunkle Pünktchen dargestellte Algenzellen an, welche die Tiefe der Höhlung (rechtwinklig zu der Hinterwand) zu messen erlaubt haben. Stellt man nämlich den Tubus des Mikroskops scharf auf sie ein, so muß man ihn um 32,3 μ heben, um die am Rande des großen Spaltes bei R eingewachsenen Algenkugeln scharf zu sehen. Daraus ist ersichtlich, daß die Hinterwand der Höhle um 32,3 μ tiefer liegt als die randliche Kalkpartie, anders gesagt, daß der Dünnschliff an jener Stelle um die genannte Größe dünner ist, als an den umgebenden, weniger durchsichtigen Stellen.

Aus alledem geht hervor, daß der Kalk an der Stelle, von welcher der beschriebene Dünnschliff stammt, fast schwammartig

durchlöchert ist und daß der Gesamtraum der entstandenen Poren, wie bei dem Plauener algenbewohnten Kalk, größer ist als der Gesamtinhalt der ihn bewohnenden Algen.

Dasselbe lehrt auch Abb. 9, nach einem Querschliff von einer anderen Stelle desselben Kalkstücks. Von ihm ist aber nur die innerste, unmittelbar an den grauen, unversehrten Kalk anstoßende, 400—450 μ dicke Partie gezeichnet worden. Sie wird von Algenkugeln und auch von einigen durch schwarze Striche gekennzeichneten Fadenalgen (*Scytonema*) bewohnt. Jene sind nicht ganz gleichmäßig über die Kalkmasse verteilt, nirgends rindenartig gehäuft, reichen aber bis an deren innerste Grenze. Größere, hell gezeichnete Poren und Grübchen finden sich vorwiegend in der Umgebung der *Scytonema*fäden. Daß die Porosität des Kalkes in dieser inneren Region nicht so groß ist, wie in der durch Abb. 7 veranschaulichten äußeren, ist nicht zu verwundern.

Wie die Algen in der Tiefe eines Seitenspaltes seitwärts vordringen, ist aus Abb. 7 ersichtlich. Die Seitenwand des Schachtes S ist zwischen a und b und bis zu seiner Mündung hinauf schon rindenartig dicht mit Algen besetzt. An seinem inneren Ende aber, wo sich die Feuchtigkeit am längsten hält, sind die randständigen Zellen zu lebhafterer Vermehrung angeregt worden und haben darum Seitenkanäle gebildet mit kugelförmig (bei c) oder flächenförmig (bei d) erweitertem Innenende.

Außer durch größere Porosität unterscheiden sich die Algenkalke von den Flechtenkalken noch in folgender Hinsicht: Während bei den Flechten die Gonidien nur innerhalb e i n e r nach außen und innen meist scharf abgegrenzten Zone gefunden werden, und innerhalb dieser zu hyphenumsponnenen Knäueln vereinigt sind, liegen die Zellen des *Chroococcus* und die Zellengruppen der *Gloeocapsa* und *Aphanothece* durch den ganzen weißen Kalk bis hinab zu dem grauen, unversehrten verteilt. Nur lagern sie an der Oberfläche, wo die Besiedelung begonnen hat, wie schon oben erwähnt, dichter beieinander. Nach innen nimmt ihre Menge ab, jedoch nicht regelmäßig. So ist z. B. in dem Dünnschliff Abb. 7 ihre Zahl an den Stellen R und P, d. h. am Innen- und Außenrand der Höhlung T T′ größer als weiter auswärts.

Mit Hilfe eines Quadrat-Mikrometers lassen sie sich zählen, am besten bei auffallendem Lichte, weil man dann nur die Zellen sieht, die an der Oberfläche des Schliffes liegen, während bei durchfallendem Lichte auch die tiefer gelegenen gesehen werden. Diese unterscheiden sich zwar durch Verschwommenheit der Um-

risse von jenen; allein das ist nicht immer mit Sicherheit festzustellen.

An einem von oben betrachteten Flächenschliff, der selbstverständlich die Algenzellen am reichlichsten enthält, zählte ich auf 1 Quadrat von 0,007 mm^2 durchschnittlich 28 Zellen, höchstens $33^1/_2$, mindestens $25^1/_2$. Demnach würden bei einem ungefähren Durchmesser der Algenkugeln von 10 μ 31,4 pCt. der Gesamtfläche auf diese, 68,6 pCt. auf Kalziumkarbonat kommen.

An einem Querschliff wurden in der sogenannten Rindenzone durchschnittlich 18 Zellen im Quadrat gezählt, was 20,2 pCt. der Gesamtfläche gleichkommt.

Als aber die Quadrate in einer Reihe senkrecht zur Oberfläche, nämlich zwischen c und R auf Algen abgezählt wurden, zeigten sich im

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	Quadrat:
24	22	15	11	4	0	14	6	17	Algenzellen.

Diese Tatsachen wurden durch Zählungen am Querschliffe eines isoliert stehenden Säulchens (s. u.) bestätigt. Dieser kleine Kalkzapfen war fast genau zylindrisch, maß 1120 μ im Querdurchmesser und wurde der Länge nach von einem 102 : 160 μ weiten, nicht ganz zentral verlaufenden Röhrchen durchzogen, das sich nach einer Seite in einen Längsspalt öffnete. Mit einem Wort, der kleine Pfeiler war ein Hohlzylinder mit Längsriß, besaß also eine äußere und innere Oberfläche, welche letztere mit der Außenwelt durch einen engen Spalt in Verbindung steht.

An der äußeren Oberfläche wurden gezählt:

in einer Reihe von fünf randständigen Quadraten . $12^1/_2$, 16, 13, 4, 9 Algenpünktchen,
in der nächst inneren Reihe 3, 7, 5, 0, 2 „

An einer anderen Stelle wurden je drei Quadrate abgezählt. Es enthielten die Quadrate

1. der äußersten Reihe .	13,	17,	15	Algenzellen
2. die der nächstinneren	7,	5,	8	„
3. die der dritten . . .	2,	$3^1/_2$,	3	„
4. die der vierten . .	0,	0,	1	„

An der Wand des Längskanals aber wurden gezählt in je drei Quadraten

a) an einer Stelle	21,	$10^1/_2$,	$11^1/_2$	Algenzellen
b) an der gegenüberliegenden Seite	13,	7,	$5^1/_2$	„

Die beschriebenen Dünnschliffe zeigen unzweifelhaft, daß es sich bei dem Plauener und Amdener Algenkalk um etwas ganz anderes handelt, als bei den algenbewohnten Dolomitriffen DIELS'.

Die endolithischen Algen, die er beobachtet hat, sind Spaltenbewohner, die dem Kalk nur angeklebt sind. Sie müssen demnach in die Abteilung der Lithophyten gestellt werden, die SCHROETER[1]) „Felshafter“ nennt. Im Gegensatz zu ihnen unterscheidet er als „Felswurzeler“ Flechten und Moose. Von jenen senden die epilithischen nichts als ihre Rhizoiden in den Stein, während die endolithischen mit ihrem ganzen Körper in ihn versenkt sind. Ebenso ist es bei den oben besprochenen Schizophyceen, auf die aber der Ausdruck Felswurzler durchaus nicht anwendbar ist, da sie nichts rhizoidenartiges besitzen. Deshalb möchte ich für die epilithischen Flechten und Moose den Namen „kalklösende Felsanwohner“, für die endolithischen Flechten und kalklösenden Algen aber den Ausdruck „kalklösende Felsinwohner“ vorschlagen.

Die DIELSschen Felshafter scheinen im Kurfirstengebiet zu fehlen. Zwar sagt OETTLI)[2]: „Über 40 ° geneigte, spaltenlose und glatte Felsflächen sind scheinbar völlig unbesiedelt. Beim Anschlagen mit dem Hammer entsteht aber allenthalben, auch am allerkahlsten Felsen . . . . . ein lebhaft chlorophyllgrüner Fleck, der darauf schließen läßt, daß das, was wir Felsoberfläche nennen, nicht Gestein ist, sondern ein feiner Kryptogamenüberzug.“ Aber DIELS[3]) hebt ausdrücklich hervor, daß am Schlerndolomit Ähnliches nicht wahrnehmbar sei. Wo ich in den Kurfirsten gesammelt habe (Umgebung von Amden bis Leistkamm und Golmen), konnte auch ich endolithische Spaltenbewohner nicht beobachten. Allerdings geben fast alle Kalke bei Verletzung ihrer Oberfläche durch einen Hammerschlag einen grünen Fleck. Der rührt aber davon her, daß die Gonidienschicht der allgemein verbreiteten endolithischen Kalkflechten bloßgelegt worden ist. Mein Sammelgebiet deckt sich mit dem OETTLIschen nur an wenig Punkten: Betlis und Beerbach.

Die oben mitgeteilten Untersuchungen zeigen auch einen auffallenden Unterschied zwischen dem Plauener und Amdener Algenkalk. Er erklärt sich meines Dafürhaltens leicht aus den ungleichen Bedingungen, denen die Pflänzchen an beiden Orten ausgesetzt sind. Die Kalkklippen Plauens befinden sich in freier, sonniger, trockener Lage, die Amdens und der Aareklamm in lichtarmen Klüften mit ständig hohem Feuchtigkeitsgehalt der Luft. Fließendes Wasser trifft die Algen weder an der einen, noch an der anderen

---

1) SCHROETER, C., Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich 1908, S. 515.
2) OETTLI, Dr. MAX, a. a. O., S. 28.
3) DIELS a. a. O. S. 514

Örtlichkeit; möglich, daß sie an den Schweizer Fundorten dann und wann Spritzwasser empfangen.

Ein kleiner Teil der Amdener Kalkalgen (etwa ein Drittel der Oberfläche) ist bereits verpilzt, d. h. von einem kurzgliedrigen, dünnwandigen Hyphengeflecht befallen, mit denen zusammen es Flechtenanfänge darstellt.

In viel höherem Grade habe ich dies an den kalklösenden Algen meines dritten Fundortes, des Karst in Österreichisch-Kroation gefunden. Reichliches Untersuchungsmaterial von dort verdanke ich der Güte des Herrn Professor Dr. KISPATIC in Agram, wofür ich genanntem Herrn auch hier meinen besten Dank ausspreche. Die nur von Algen besiedelten Stellen ähneln äußerlich der Abbildung 4 auf Tafel XI der oben zitierten DIELSschen Abhandlung. Man sieht deutlich die Zerfressenheit der Oberfläche und findet bei der Auflösung des Kalks vorwiegend *Gloeocapsa sanguinea* (?), eine *Aphanothece* und auch nicht selten *Scytonema*fäden. — Bei den allermeisten der mir von dort zugekommenen Kalkproben sind die Algen aber bereits von dickwandigen, langgliedrigen Hyphen umsponnen und zu Flechtenanfängen mit glatter Oberfläche und geringerer Porosität geworden. Auf sie werde ich an anderer Stelle zurückkommen.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Kalke, die nie von fließendem Wasser bespült werden, können kalklösenden Algen als Wohnsitz dienen.

2. Die Algen gehören in die Abteilung der Schizophyceen, die meisten in die Familie der Chroococcaceen.

3. Die Auflösung des Kalkes erfolgt durch eine von den Algen abgeschiedene Säure, die mit dem Kalzium ein lösliches Salz geben muß, und durch die dabei freiwerdende äquivalente Menge Kohlensäure.

4. Oxalsäure kann als Lösungsmittel nicht in Betracht kommen, weil das entstehende Kalziumoxalat die Entstehung von Höhlungen verhindern würde.

5. Das Volumen der Höhlungen ist größer als das der inwohnenden Algen. Letztere scheiden demnach einen Überschuß von Säure ab.

6. Die Algenkalke sind poröser als die Flechtenkalke; die Luftalgen sind demnach bessere Kalklöser als die Flechten.

7. Die felsbewohnenden Algen können eingeteilt werden in

a) epilithische: sie kleben der unversehrten Felsober-

b) endolithische:
α) Felshafter: sie kleben der Oberfläche von Felsspalten an,
β) kalklösende Felsinwohner: sie leben in von ihnen selbst gebildeten Höhlungen.

Plauen i. V.

Erklärung der Tafel III.

Abb. 1. Flächenschliff durch Plauener Kalk mit 4 algenbesetzten Grübchen von oben gesehen. 55 : 1.

Abb. 2. Flächenschliff durch Plauener Kalk mit 1 algenbesetzten Grübchen von oben gesehen. 220 : 1.

Abb. 3. Algenkolonie aus der Tiefe eines solchen Grübchens im Ruhezustand. 220 : 1.

Abb. 4. Schalenförmige Algenkolonie mit stumpfkegelförmigem Auswuchs, ebendaher. 220 : 1.

Abb. 5. Desgl. In Abb. 3—5 bedeutet a den nach innen, b den nach außen gewendeten Teil des Zellkörpers.

Abb. 6. Schema eines solchen Algenkörpers in seinem Grübchen.

Abb. 7. Querschliff durch Kalk aus der Amdener Tobelschlucht; die äußeren zwei Drittel der algenbefallenen weißen Rinde. 55 : 1.

Abb. 8. Stück eines Querschliffes aus der Tiefe eines Spaltes (S) mit Seitenhöhlungen (c, d). 55 : 1.

Abb. 9. Querschliff durch das innere Drittel der weißen Kalkschicht. Die schwarzen Punkte in den drei letzten Abbildungen bedeuten *Chroococcus*zellen oder *Gloeocapsa*kolonien, die schwarzen Striche *Scytonema*fäden. 55 : 1.

Sitzung vom 26. Februar 1915.

Vorsitzender: Herr J. BEHRENS.

Der Vorsitzende teilt mit, daß Herr

Reinhold Lange

aus Hagen i. W. am 23. September 1914 in einem Gefechte in den Argonnen gefallen ist.

Am 18. Februar 1915 starb nach kurzem schweren Leiden Herr Professor Dr.

Fernando Hoeck

in Steglitz. Herr HŒCK gehörte der Gesellschaft seit dem Jahre 1888 als Mitglied an und war seit Jahren als Vertreter der Gesellschaft im deutschen Ausschuß für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht tätig.

Die Anwesenden ehren das Andenken an die Verstorbenen durch Erheben von ihren Sitzen.

Als ordentliches Mitglied wird vorgeschlagen Herr

Schussnig, Bruno, Assistent für Botanik an der k. k. zoologischen Station in **Triest** (durch R. V. WETTSTEIN und H. MOLISCH).

Zur Feier seines 50jährigen Doktorjubiläums und seines 70. Geburtstages widmete der Vorstand Herrn Geh. Rat PFEFFER folgende Adresse:

Hochgeehrter Herr Jubilar!

Fast gleichzeitig begehen Sie in schwerer Zeit zwei wichtige Gedenktage, die goldene Jubelfeier Ihrer Promotion und Ihren 70. Geburtstag. Die Deutsche Botanische Gesellschaft, der Sie seit ihrer Begründung als Mitglied angehören, nimmt diese Ihrem Wunsche gemäß auf den heutigen Tag vereinigte Doppelfeier zum Anlaß, Ihnen, dem Meister pflanzenphysiologischer Forschung, ihre herzlichsten Glückwünsche, ihre hohe Anerkennung und ihren Dank auszusprechen für alle die wissenschaftlichen Leistungen, die sich mit Ihrem Namen verknüpfen.

Wahrhaft erstaunlich ist der Umfang Ihres bisherigen Lebenswerkes, ganz außerordentlich ist sein Einfluß auf die Entwicklung unserer Wissenschaft gewesen.

Wir sind dem Geschicke dankbar, das Sie nach bereits vollendetem chemischen Studium noch der Botanik zugeführt hat. Nachdem Sie mit einer bemerkenswerten floristisch-pflanzengeographischen Erstlingsarbeit, den bryogeographischen Studien aus den rhätischen Alpen, in unserer Wissenschaft Fuß gefaßt hatten, bedurfte es für Sie wohl nicht erst des Einflusses Ihrer Lehrer PRINGSHEIM und SACHS, hier den Weg zu dem Gebiete zu finden, das Sie nach der Art Ihrer Vorbildung und Ihrer Begabung ganz besonders anlocken mußte. Der Pflanzenphysiologie sind Sie ja auch, abgesehen von zwei viel beachteten morphologischen Untersuchungen über die Entwicklung des Keimes von Selaginella und die Blütenentwicklung der Primulaceen und Ampelideen aus Ihrer Privatdozentenzeit in Marburg, immer treu geblieben.

Von vornherein zogen Sie in gleicher Weise Fragen der chemischen und der physikalischen Physiologie in den Kreis Ihrer Untersuchungen. Besonders weittragende Bedeutung gewannen von Ihren ersten physiologischen Arbeiten, die sämtlich unsere Kenntnisse wesentlich vertieften, vor allem Ihre Studien über die Mechanik der seismonastischen Bewegungen der Mimosa-Blätter und der Cynareen-Staubfäden, der thermo- und photonastischen Bewegungen von Blüten und Blättern. Ihrem Scharfblicke entging es nicht daß die unerwartet hohen Druckkräfte, die sie dabei in den Zellen wirksam fanden, mit den damaligen Vorstellungen über den osmotischen Druck nicht in Einklang zu bringen waren. Dieser Schwierigkeiten wurde Ihr Genius Herr durch die „Osmotischen Untersuchungen“, die nicht bloß von uns Botanikern den klassischen Werken der naturwissenschaftlichen Weltliteratur zugerechnet werden. Durch dieses Werk haben Sie Ihren Namen für alle Zeiten denen der besten deutschen Naturforscher eingereiht. Bezeichnend für Ihr technisches Geschick und für die Zähigkeit, die Sie in der Verfolgung gangbar erscheinender Wege stets bewiesen, ist die Tatsache, daß es trotz der Bemühungen gar mancher Forscher erst vor nicht allzu langer Zeit geglückt ist, Ihre für die Entwicklnng der Theorie der Lösungen so denkwürdigen Messungen nachzumachen und weiter zu führen.

Die Fülle der Gesichtspunkte, die sich durch diese Studien eröffneten, hat Ihnen später, in Leipzig, noch mehrfach Anregungen zu hervorragenden theoretischen und experimentellen Untersuchungen gegeben, so über die Druck- und Arbeitsleistungen und über die Energetik der Pflanze. Und diese Forschungen wieder dürften Sie zu wichtigen

Überlegungen über das Wesen der Reizvorgänge angeregt haben, die Sie im Anschlusse an Vorstellungen von HELMHOLTZ und J. R. MAYER in der uns heute geläufig gewordenen Weise als Auslösungsvorgänge definieren lehrten.

Aber auch auf allen anderen physiologischen Gebieten, in die Sie mit eigenen Untersuchungen eindrangen, war es Ihnen vergönnt, Bahnbrechendes und Grundlegendes zu leisten: Als Ordinarius in Tübingen schenkten Sie unserer Wissenschaft Ihre meisterhaften Arbeiten über die lokomotorischen Richtungsbewegungen durch chemische Reize, über die Reizbarkeit der Ranken und über die Aufnahme von Anilinfarben in die lebende Zelle. Dort gelang es Ihnen ferner, in überaus einleuchtender, auch von der Tierphysiologie anerkannter Weise, von einem Studium der intramolekularen Atmung ausgehend, den Chemismus der Sauerstoffatmung in seinen Hauptzügen aufzuklären.

Auch die Kenntnis der nyktinastischen Bewegungen der Blattorgane haben Sie in einer Reihe glänzender experimenteller Arbeiten wesentlich zu vertiefen vermocht.

Weiter aber haben Sie in Ihrem monumentalen Handbuche der Pflanzenphysiologie alle Probleme des Stoff- und Kraftwechsels der Pflanzen — in der zweiten Auflage unter Bewältigung der inzwischen ins Riesenhafte angeschwollenen Literatur eine beinahe übermenschliche Arbeitsleistung — von umfassendsten Gesichtspunkten nach dem Stande der Forschung behandelt und damit ein Lehrbuch und Nachschlagewerk ohne gleichen geschaffen, dessen Einfluß auf die Pflanzen- und Tierphysiologie von Jahr zu Jahr immer gewaltiger geworden ist.

Neben alledem war es Ihnen immer, in Tübingen wie in Leipzig eine Freude, Schule im größten Stile zu machen, indem Sie eine überaus große Zahl von Schülern in die pflanzenphysiologischen Forschungsmethoden eingeführt und viele wertvolle, zum Teil ebenfalls bahnbrechende Untersuchungen aus allen Gebieten der Physiologie angeregt haben, wovon vor allem die von Ihnen herausgegebenen Untersuchungen aus dem botanischen Institute Tübingen, die seit 1894 von Ihnen mitredigierten Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik und die Berichte der königl. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig Kunde geben.

In gleicher Weise hebt die Gesellschaft dankbar hervor, wie Großes Sie für die Ausgestaltung des ständig an Wichtigkeit zunehmenden neuzeitlichen pflanzenphysiologischen Unterrichtes geleistet haben. In Tübingen und in Leipzig schufen Sie, immer mit sehr einfachen Mitteln, sich und Ihrem Schülerkreise brauch-

bare, in mancher Hinsicht vorbildliche physiologische Laboratorien. Ihr rastloser Erfindergeist trieb Sie dazu, überaus zahlreiche, ebenso einfache wie sinnreiche Vorlesungsversuche auszuarbeiten, ohne die wir uns einen modernen pflanzenphysiologischen Unterricht kaum mehr vorstellen können, und eine Reihe technischer Hilfsmittel für pflanzenphysiologische Experimente auszudenken, die heute zum Gemeingut der Forschung geworden sind.

So ist Ihnen das durch erstaunlichen, eisernen Fleiß verdiente Glück zuteil geworden, überall die Saat fruchtbar aufgehen zu sehen, die Sie gesät. Die Deutsche Botanische Gesellschaft aber ist wahrhaft stolz darauf, einen Forscher von solcher Bedeutung in ihren Reihen zu wissen.

In Rüstigkeit und Frische ist es Ihnen vergönnt, das Doppelfest zu feiern, in einer ernsten Zeit, da deutsches Wesen und deutsche Kultur, für deren Vertiefung und Verbreitung Sie so viel geleistet haben, schwer bedrängt und gefährdet sind. Möchten Sie Ihre Arbeitskraft nach einem ehrenvollen Friedensschlusse in ruhigeren und weniger sorgenschweren Zeiten noch viele Jahre in voller Gesundheit mit gleichem Erfolge wie bisher in den Dienst der Wissenschaft stellen können! Auch in diesem Sinne spricht Ihnen die Deutsche Botanische Gesellschaft heute ihre herzlichsten Glückwünsche aus.

Berlin, den 10. Februar 1915.

Der Vorstand der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

S. SCHWENDENER. J. REINKE. HANS WINKLER. J. BEHRENS.
R. KOLKWITZ. M. O. REINHARDT. W. BENECKE. P. CLAUSSEN.
L. DIELS. O. APPEL.

Herr Geh. Rat PFEFFER sandte daraufhin folgendes Dankschreiben an den Präsidenten:

Leipzig, 18. Februar 1915.

An die Deutsche Botanische Gesellschaft!

Die Deutsche Botanische Gesellschaft hat mich durch die künstlerisch ausgestattete Adresse, die sie mir am Tage meines goldenen Doktorjubiläums, unter gleichzeitiger Berücksichtigung meines 70. Geburtstags, durch Herrn Kollegen FITTING überreichen ließ, hoch beglückt und geehrt. Denn die überaus wohlwollenden

und anerkennenden Worte, die mir und meiner wissenschaftlichen Tätigkeit gewidmet sind, gewähren mir umsomehr eine besondere Herzensfreude, als sie mich berechtigen, in mir das Bewußtsein tragen zu dürfen, daß es mir vergönnt war, mich im Dienste der Wissenschaft nutzbringend zu betätigen und zugleich die Achtung der Fachgenossen zu erwerben. Es drängt mich deshalb, meinen innigsten Dank für diese Beglückwünschung und Ehrung auszusprechen und zugleich dem Wunsche und der Hoffnung Ausdruck zu geben, daß es nach siegreicher Beendigung des Krieges der Deutschen Botanischen Gesellschaft beschieden sein möge, in friedlicher Arbeit hervorragend dabei mitzuwirken, daß die führende Stellung der deutschen Wissenschaft nicht nur bewahrt, sondern immer noch weiter gesteigert wird.

In größter Ehrerbietung

Professor Dr. W. PFEFFER.

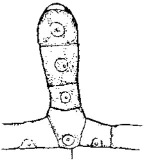
Herr G. HABERLANDT besprach in Kürze das Vorkommen von Drüsenhaaren an Wurzeln.

An echten Wurzeln sind bisher bekanntlich nur Wurzelhaare beobachtet worden, die einzellig sind und bei den Phanerogamen nur Äste der Absorptionszellen darstellen. Der Vortragende hat nun an den Wurzeln der Adventivsprosse in den Blattkerben von *Bryophyllum calycinum* und *crenatum* mehr oder minder zahlreiche, mehrzellige Drüsenhaare aufgefunden, die sich aber nur dann entwickeln, wenn die umgebende Luft relativ trocken ist. Stellt man das abgeschnittene Blatt mit seinem Stiel in ein Glas mit Wasser und läßt man dieses im Zimmer stehen, so treten an den hervorbrechenden Wurzeln nur Drüsenhaare und keine Wurzelhaare auf. Legt man aber das Blatt nach der üblichen Kulturmethode auf feuchten Sand und sorgt man für einen hohen Feuchtigkeitsgehalt der Luft, so bilden die Wurzeln nur typische Wurzelhaare.

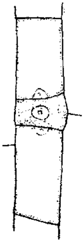
Der Bau der Drüsenhaare ist ein ziemlich mannigfaltiger. Die Initialzelle des Drüsenhaares wird durch zwei vorbereitende Zellteilungen aus der jugendlichen Absorptionszelle herausgeschnitten (Abb. 5). Diese kann direkt zum Drüsenhaar auswachsen, das dann aus einer 3—4 gliedrigen Zellreihe besteht (Abb. 1), deren Endzelle etwas verbreitert ist und die Sekretzelle darstellt. Häufiger aber teilt sich die Initialzelle durch eine antikline Wand, und die beiden Tochterzellen wachsen zu einem aus zwei Zellreihen bestehenden

Drüsenhaar aus (Abb. 6). Die Querteilungen können aber auch unterbleiben (Abb. 3). Zuweilen kommt es auch zur Bildung kurzer gedrungener Haare mit „zweischneidiger Scheitelzelle“ (Abb. 2). Selten tritt Dichotomie des Haares ein (Abb. 4). Die stark lichtbrechende Sekretkappe ist in Alkohol leicht löslich. Die Haarzellen sind plasmareich, farblos, mit relativ großen Zellkernen versehen.

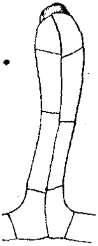
Bemerkenswert ist, daß an den Wurzeln zuweilen auch ganz kurz gebliebene Wurzelhaare auftreten, die auf ihrem Scheitel eine



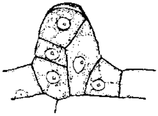
1



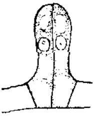
5



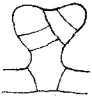
6



2



3



4

Sekretkappe aufweisen. Andererseits gibt es nicht selten Drüsenhaare ohne Sekretkappen. Das beweist, daß die idioplasmatischen Anlagen für die Sekretbildung und für die morphologische Ausgestaltung mehrzelliger Drüsenhaare nicht untrennbar miteinander verkoppelt sind, sondern gesondert zur Entfaltung gelangen können.

Ausführlicheres über Bau und Entstehung dieser Drüsenhaare und über die theoretischen Folgerungen, die aus ihrem Auftreten zu ziehen sind, gedenkt der Vortragende an anderer Stelle mitzuteilen.

Herr LINDNER gab einige kurze Erläuterungen über seine

Farbschattenaufnahmen mittels parallelen Lichtes

und führte eine Anzahl solcher Bilder mit Hilfe des Skioptikons vor. Der Besitz einer hübschen farbigen Photographie macht den Wunsch rege, Kopien davon herzustellen. Man half sich in der ersten Zeit damit, ein solches Bild mit Hilfe einer Kamera auf eine in der Kassette befindliche Autochromplatte zu übertragen. LUMIÈRE selbst gab dann 1910 ein Verfahren zur Herstellung von Kopien von Autochrombildern an, indem er in die freie Öffnung einer ausgezogenen Kamera eine punktförmige Lichtquelle — Magnesiumblitzlicht — auf die Kassette einstrahlen ließ, in der die farbige Platte und dahinter eine frische Autochromplatte sich befanden. Es handelt sich hier also um ein Kontaktkopierverfahren. Aufnahmen farbig durchscheinender dreidimensionaler Gegenstände waren von ihm jedoch nicht angestrebt worden. Dieses Ziel hat sich Vortragender gesteckt, und ist ihm die Lösung überraschend leicht gelungen mit Hilfe der Apparatur, welche er für seine Hellschattenaufnahmen zur Verfügung stehen hatte. Als Probeobjekt dienten ihm farbige geschliffene Halbedelsteine und kleinere Bernsteinstücke von allen möglichen Farbtönungen. Diese Stücke wurden in eine Petrischale gegeben und diese soweit mit Wasser angefüllt, daß jene völlig davon bedeckt waren.

Unter die Petrischale kam eine Autochromplatte zu liegen, mit der Glasseite nach oben. Das parallele Licht strahlte von einem darüber im Winkel von 45 ° geneigten Spiegel ein, der es seinerseits wieder von einer Bogenlampe empfing. In den Strahlengang ist natürlich ein passendes Gelbfilter einzuschalten, um den Überschuß an kurzwelligen Strahlen unschädlich zu machen. Besonders scharf zeichneten sich die Schatten der Schliffkanten oder bei dem Bernstein die der Spaltflächen in den farbigen Schatten.

Ersetzt man die Petrischale durch ein farbiges Bild oder ein gefärbtes Präparat — Gesteinsschliff, anatomisches Präparat oder dergleichen — dann erhält man auf bequemste Weise eine farbige Kopie davon.

Vortragender hat früher schon die Farbenphotographie benutzt, um Farbenunterschiede, die sich bei der Kultur von Pilzen in verschiedenen Nährflüssigkeiten ergaben, im Bilde festzuhalten. Er hatte jedoch die Aufnahme wie gewöhnlich mit der Kamera gemacht. Die Schattenbildaufnahme gestaltet das Verfahren wesentlich einfacher. Im Gärungslaboratorium wird man von ihm Gebrauch machen können zur Feststellung und zum Vergleich der

Farbe des Bieres zu verschiedenen Zeiten. In der Botanik wird man die Durchlässigkeit von Blatt- und Blütenorganen für das Licht festhalten können. Am meisten wird jedoch das Kopieren von Autochrombildern nach diesem Verfahren zur Anwendung kommen.

Mitteilungen.

6. C. Steinbrinck: Über den Nachweis von Kohäsionsfalten in geschrumpfelten Antherengeweben.

(Eingegangen am 26. Januar 1915.)

Im vorigen Jahre habe ich in dies. Ber. S. 367—372 auf Fehlerquellen von SCHIPS' Luftpumpenversuchen an Antheren hingewiesen und die meinem Gegner entgangene physikalische Grundlage dieses Untersuchungsverfahrens auseinandergesetzt. An vorgelegten wohlgelungenen Musterstücken konnte ich dartun, daß die große Anzahl von SCHIPS' Versuchen für Mängel in ihrer Ausführung keinen Ersatz geboten hat.

Mir scheint nun, daß SCHIPS' negative Ergebnisse hinsichtlich des Auftretens von Membranfalten in mikroskopischen Schnitten durch Fasergewebe aufgesprungener Staubbeutel ebenfalls durch ein unzureichendes Untersuchungsverfahren bedingt worden sind. Er gibt nämlich S. 32 seiner Dissertation an, daß seine Schnitte ausschließlich von trocknen Antheren herrührten; sie seien meist mit dem Mikrotom hergestellt worden, und ihre Dicke habe 20—30 μ betragen. Bei so beträchtlicher Schnittdicke ist es aber nicht verwunderlich, daß die Falten in den Präparaten nicht klar hervortraten. Denn in den trockenen Staubbeuteln der Natur sind die Verdickungsfasern meist so eng aneinander gepreßt, und die Verzerrung des Zellumrisses ist so groß, daß man die Faltung in dem Liniengewirr im allgemeinen nicht zu erkennen vermag, wenn nicht die Schnitte ganz ungemein zart sind.

Solche zarten Schnitte lassen sich nun zwar in absolutem Alkohol mikroskopisch bequem untersuchen. Will man sie aber zur Anfertigung von Dauerpräparaten benutzen, und bettet sie hierzu in Kanadabalsam ein, so macht sich der Übelstand geltend, daß die

unverdickten Membranstellen darin sehr durchsichtig werden und sich dem Auge leicht entziehen. Daher habe ich folgendes Verfahren eingeschlagen.

I. Zum Nachweis der Kohäsionsfalten in den natürlichen ausgetrockneten Antheren.

Die trocknen Staubbeutel lasse ich an freier Luft in wäßriger Eosinlösung (roter Eosintinte) wieder schwellen und dann von neuem austrocknen. Die ganze Membran der Faserzellen, sowohl die Fasern, als die unverdickten Stellen, erlangen dadurch eine tiefrote Färbung. Diese Färbung erhöht allerdings die Unbrauchbarkeit dickerer Schnitte, indem sie diese noch mehr verdunkelt, läßt dafür aber auf zarten die Zellhautfaltung auch in Kanadabalsam schärfer hervortreten[1]). Einige Präparate dieser Art und zwar sowohl Querschnitte mit Falten in den Tangentialwänden, als Tangentialschnitte mit Faltung der Radialwände gestatte ich mir der D. B. Ges. zur Prüfung beizulegen.

Früher hatte ich empfohlen, die Schnitte statt am Kanadabalsam in Glyzerin-Gelatine einzubetten. Gegen dieses Verfahren könnte aber eingewendet werden, daß es das Zellhautbild vielleicht zu fälschen vermöchte, insofern nämlich, als die ursprünglich straffgespannten trocknen dünnen Membranpartien möglicher Weise durch den Gelatinezusatz zum Quellen gebracht und die Ausbiegungen der Zellhaut erst hierdurch hervorgerufen würden. Nun ist dieser Einwand zwar unberechtigt. Denn, wer die betreffenden Schnitte zuerst in Alc. abs. oder Xylol untersucht, ehe sie mit der Gelatine in Berührung gekommen sind, kann sich leicht davon überzeugen, daß der Zusatz der Glyzerin-Gelatine die Zellformen nicht wesentlich verändert. Immerhin dürfte sich aber die Einbettung in Kanadabalsam nach vorgängiger Färbung für Demonstrationspräparate mehr empfehlen, um den erwähnten Einspruch gänzlich auszuschließen.

II. Nachweis des Zusammenhanges zwischen der Membranfaltung und dem Maße der Kohäsionswirkung.

Unser Färbungsverfahren läßt sich bequem auch auf Staubbeutel anwenden, die gemäß meinem letzten Berichte durch die Luftpumpenbehandlung mehr oder weniger in ihrer Kontraktion

1) Die zartesten Schnittstellen sind allerdings in Kanadabalsam wieder etwas verblaßt.

beim Austrocknen behindert worden sind. Ich habe von diesen Objekten ja berichtet (1914, S. 370), daß man sie lange Zeit mit Wasser in Berührung lassen kann, ohne daß sie sich bei erneutem Austrocknen stärker kontrahieren als vorher; vorausgesetzt, daß sich ihre Zellräume nicht inzwischen mit Wasser vollgesogen hatten. Dementsprechend darf man z. B. Tulpenantheren, die beim Austrocknen im Vakuum ihre geschlossene Form äußerlich bewahrt haben, stundenlang in der Eosinlösung belassen, ohne daß beim nochmaligen Austrocknen in freier Luft ein merklich stärkeres Klaffen und erheblichere Verkürzung eintritt.

Solche Objekte können nun neben den natürlichen ebenfalls verwendet werden, um SCHIPS' Darstellung zu widerlegen. SCHIPS leugnet nämlich für die Tangentialwandungen der Faserzellen das Vorhandensein von Falten gänzlich; von den Falten, die er hin und wieder in Radialwänden gesehen hat, behauptet er, sie seien unabhängig vom Wasserverlust und beruhten nur auf einer abnormalen Ausbildung der Fasern (Dissertation S. 35). Demgegenüber läßt sich mit voller Klarheit nachweisen: 1. daß die in den natürlichen trockenen Antheren vorkommenden Falten in den turgeszenten geschlossenen Staubbeuteln nicht vorhanden sind; 2. daß die Falten beim Aufspringen an den Sprungstellen zuerst auftreten, sich von dort aus über die ganze Klappe ausbreiten und dabei nicht bloß an Zahl, sondern auch an Tiefe zunehmen, in dem Maße als das Aufspringen fortschreitet; 3. daß die Falten nicht durch das Trocknen der Zellhaut, sondern durch den Kohäsionszug hervorgerufen werden. Als Belege füge ich eine fernere Reihe von Präparaten bei und zwar sind zu empfehlen:

ad 1. Ein Querschnitt aus einer natürlichen, saftigen, geschlossenen Anthere und mehrere Tangentialschnitte aus Staubbeuteln, die, im Vakuum getrocknet, nur wenig kontrahiert sind: Membranverbiegung nicht vorhanden oder unbedeutend.

ad 2. α) Querschnitte durch eine eben aufspringende Anthere der Tulpe, wie sie in uns. Ber. 1909, S. 310 Fig. 7 abgebildet ist, und zwar a) von der Basis, wo die Klappenränder sich eben erst vom Konnektiv gelöst haben, b) aus der Mitte, wo die Klappe sich schon stärker weggekrümmt hat, c) von oben, wo jedes Staubfach schon weit klafft: Sehr deutliche Falten in der Tangentialwandung der Faserzellen, vom Rand der Klappe gegen das Konnektiv hin fortschreitend; die noch nicht an der Krümmung beteiligten Zellen noch prall und glatt.

β) Quer- und Tangentialschnitte von im Vakuum getrock-

neten Staubbeuteln, teils aus der Gegend der Klappenränder[1]), teils von verschiedenen Stufen der Gesamtschrumpfelung: Auch hier Falten in Tangential- und Radialwänden, mit Übergängen von geringeren zu stärkoren Graden der Faltung.

ad 3 bedarf es keiner weiteren Präparate. Es genügt der Vergleich von Schnitten durch trockene Antheren der Natur einerseits und durch unkontrahiertgebliebene trockene Antherengewebe des Vakuumprozesses andererseits: Dort Falten, hier keine; also können die Falten durch die Austrocknung allein nicht verursacht sein.

III. Über den Zusammenhang zwischen dem Maße und der Art der Faltung und der Grösse der Volumkontraktion.

In den Ber. uns. Ges. v. 28. Februar 1914 beruft sich SCHIPS S. 171 auf ein dort mitgeteiltes Urteil SCHWENDENERs. Aus diesem ersehe ich zu meiner Befriedigung, daß SCHWENDENER von seiner früher verteidigten Auffassung, wonach die zarten Membranstücke zwischen je 2 Fasern beim Austrocknen der Staubbeutel in der Natur „nach wie vor straff gespannt sind, ohne jemals Falten zu bilden" (Sitzgsber. d. Berl. Ak. d. Wiss. 1899, VI, S. 103) zurückgekommen ist und — im Gegensatz zu SCHIPS' Darstellung — nunmehr Verbiegungen der Zellhaut selbst zugibt. Wenn er diese aber nicht für ausreichend hält, weil meine Auffassung nach seiner Rechnung Einstülpungen der zarten Membranstellen über die Halbkreisform hinaus verlange, so kann ich nicht umhin, mich gegen dieses Mißverständnis nochmals eingehender auszusprechen. Wenn ich einen Papierstreifen zum Fidibus zusammenfalte oder den Balg einer Handharmonika zusammendrücke, so bewirke ich eine sehr beträchtliche Längenverkürzung, ohne daß kreisbogenförmige Einbuchtungen entstehen. Eine anfangs straffe Fläche kann also unter äußerem Druck oder innerem Zug auch in lauter annähernd geradlinigen Zickzackfalten zusammensinken. Ihre ursprüngliche Längenerstreckung muß sich z. B. auf die Hälfte vermindern, wenn die einspringenden Winkel der gebrochenen Fläche 60 ° betragen. Übertragen wir dies etwa im Anschluß an HANNIGs, durch SCHIPS bekrittelte, Figuren 5 (Jahrb. f. wiss. Bot. 1909, 47, S. 213),

---

1) Wie schon der makroskopische Durchschnitt durch solche Antheren lehrt, sind, wenn sie auch äußerlich wie geschlossene aussehen, die Klappenränder stark vom Konnektiv abgerückt und zwar infolge deutlicher Auswärtsbewegung derselben. An diesen Stellen läßt sich nämlich das Schrumpfeln nicht vollständig verhindern, da die dortigen Zellen sich zu schnell mit Wasser füllen.

auf die Faserzellen der Staubbeutel. In dieser Figur kommen die Fasern der Zellhäute gerade in die Scheitellinien der ebenerwähnten einspringenden Winkel zu liegen, so daß die dünnen Membranstreifen einen fast geradlinigen Verlauf bewahren. Ihre Krümmung zum Halbkreis ist augenscheinlich durchaus nicht nötig, um für die Faserzellen eine Dimensionsabnahme von 50 pCt. zu bewirken. Die Umformungen, die der Zellumfang durch den Kohäsionszug erleidet, sind überhaupt sehr mannigfaltiger Art und um so unregelmäßiger, je stärker sich der Kohäsionszug geltend macht. Auch die dickeren Stellen meiner Präparate lassen diese Umriß-Verzerrungen vielfach noch erkennen, wenn sie auch den Verlauf der einzelnen zarten Membranstreifen nicht deutlich zeigen. Überall tritt dabei, wie schon früher bemerkt, die Tatsache hervor, daß der Zellmantel im Vergleich zum Lumen zu groß geworden ist. Daraus folgt aber unwiderleglich, daß in einer Zusammenziehung seinerseits die Ursache der starken Volumverringerung des Gesamtgewebes nicht zu suchen sein kann. Unter Hinweis auf meine früher gegebenen Zeichnungen dieser Verhältnisse und auf die eingesandten mikroskopischen Präparate darf ich wohl auf weitere figürliche Darstellungen verzichten. — Mit Rücksicht auf mein Augenübel habe ich mich zudem bei den erwähnten Präparaten auf die Tulpenanthere beschränkt. Um aber auch zu den fragwürdigen Messungen SCHIPS' an trockenen Einzelzellen, auf die SCHWENDENER nach SCHIPS' oben erwähnter Mitteilung seinen Widerspruch gegen die Kohäsionstheorie vornehmlich noch stützt, eine Illustration zu geben, füge ich noch ein älteres Präparat mit trocknen Einzelzellen aus der Tulpenanthere bei. In ihrer äußeren Form und Größe erinnern diese durchaus an saftgefüllte und stehen daher trotz ihrer Trockenheit in schärfstem Gegensatz zu den deformierten Zellen der trockenen natürlichen Antherengewebe. Die Ursache davon ist, daß beim Wasserverlust der Riß in ihnen vorzeitig eingetreten ist, ehe der Kohäsionszug merklich einsetzen konnte.

Endlich noch eine Schlußbemerkung. Auf allen Schnitten durch trockne Staubbeutel der Natur findet man die äußere Epidermis außerordentlich stark gefaltet. Dies ist längst bekannt und hat Anlaß dazu gegeben, der Oberhaut eine aktive Rolle beim Aufspringen abzusprechen. Vom Standpunkt der älteren Schrumpfungstheorie war diese Ansicht in der Tat berechtigt. In Übereinstimmung mit HANNIG (a. a. O. S. 211 u. 215) möchte ich aber hervorheben, daß vom Gesichtspunkte der Kohäsionstheorie aus der Ausschluß der Oberhaut von der aktiven Beteiligung an dem Öff-

nungsvorgang der Staubbeutel hinfällig geworden ist. Wenn ich diesen Zusatz bisher unterlassen habe, so rührt das daher, daß der stets erneute Kampf um die einfachsten anatomischen und physikalischen Grundlagen der Kohäsionstheorie das Interesse von der speziellen Oberhautfrage abgelenkt hat.

IV. Nachschrift. Zum Beweisverfahren der dünnen Querschnitte.

In der oben angeführten briefl. Mitteilung an SCHIPS (dies. Ber. 1914 S. 171) beruft sich SCHWENDENER auch auf SCHIPS' sorgfältige Untersuchungen über das Maß der Schrumpfung im Verhältnis zur Kohäsion". Diese sind nach SCHIPS Angabe (Dissert. S. 8) an Zellen angestellt, die er aus dünnen Querschnitten mit Nadeln herausgelöst hat. Dabei will er beispielsweise bei der Tulpe (S. 13, Tabelle 6) senkrecht zu den Fasern Membranschrumpfungen gefunden haben, die z. T. auf 46 pCt. stiegen und im Mittel 34 pCt. betrugen; die Kohäsionswirkung soll dagegen nur etwa $^1/_3$ der ganzen Dimensionsverringerung ausgemacht haben. Um diese Angaben zu widerlegen, bedarf es einer Nachmessung an isolierten Zellen überhaupt nicht. Denn die starke Schrumpfung der Einzelzellen müßte an dem ganzen Querschnitt erst recht und zwar schon makroskopisch augenfällig zur Geltung kommen. Wenn jedoch die entsprechenden Schrumpfungsmaße am ganzen Klappenquerschnitt ausbleiben, so ist es ganz unmöglich, daß sie trotzdem für die Einzelzellen gelten sollen.

Der hiermit skizzierte Beweis ist von mir schon längst geführt. Gegen mein Beweisfahren sind aber folgende 3 Bedenken geltend gemacht worden:

1. die Schnitte hätten möglicherweise beim Austrocknen am Objektträger gehaftet und wären dadurch am Zusammenziehen gehindert worden, 2. die Kontraktion wäre durch vorgängige Behandlung mit Alc. abs. vereitelt worden, 3. meine Schnitte hätten nur aus Membranfetzen bestanden, so daß der Zusammenhang der dünnen Membranen gefehlt habe, auf denen die Kontraktion vornehmlich beruhe.

Allerdings sind diese Einwände für meine Beobachtungen ganz unzutreffend. Dennoch habe ich auf ein Verfahren gesonnen, das sie prinzipiell vermeidet, und will nicht verfehlen, es als durchaus erprobt hier auch noch mitzuteilen.

Die Schnitte werden von ausgetrockneten Antheren der Natur (ohne oder nach Färbung mit Eosin) ohne Paraffineinbettung hergestellt und vom Messer aus mit der Nadel sofort in einen Tropfen destillierten Wassers übertragen, der vorher auf eine spiegelblanke

Oberfläche reinen Quecksilbers aufgesetzt ist. In diesem Tropfen werden sie nun in freier Luft der Austrocknung überlassen. Ist das Wasser verschwunden und sind die Schnitte ebenfalls völlig trocken geworden, so haben sie eine solche Härte erlangt, daß sie sich ohne Gefahr der Deformation bequem mit der Nadel auf den Objektträger bringen lassen. Zur Aufbewahrung schütze ich sie mit einem Deckglas, das vorher an den äußersten Ecken auf der Unterseite mit ein wenig Leim benetzt ist. Will man die Schnitte vorher mikroskopisch prüfen, so kann dies in Xylol, Kanadabalsam oder auch ohne irgendwelchen Zusatz zu den Präparaten geschehen. Übrigens ist diese mikroskopische Untersuchung kaum nötig, namentlich, wenn die Präparate mit Eosin gefärbt sind. Denn die Schnitte können schon eine recht beträchtliche Dicke besitzen, ohne daß sie bei der letzten Austrocknung eine erhebliche Abweichung ihrer Form und Ausdehnung im Vergleich zu dem wasserdurchtränkten Zustande[1]) erleiden.

Es genügt also schon ein kurzer Blick mit bloßem Auge, um die Möglichkeit auszuschließen, daß sie nur aus unzusammenhängenden Membranfetzchen beständen. Die mikroskopische Untersuchung der dünneren Schnitte ist allerdings insofern zu empfehlen, als sie wiederum den ungemein starken Formen-Gegensatz ihrer kaum merklich kontrahierten Einzelzellen gegenüber ihrer außerordentlichen Pressung in der Natur unverkennbar hervortreten läßt, und so ebenfalls die Schrumpfungstheorie ad absurdum führt. — Auch von diesen Schnitten gestatte ich mir, einige Belegpräparate beizufügen.

Auf Wunsch des Herrn Professor Dr. STEINBRINCK habe ich als Referent seiner Arbeit in der Februarsitzung unserer Gesellschaft eine Auswahl der von ihm eingesandten mikroskopischen Präparate gezeigt.

Das Vorhandensein von deutlichen Falten in den Radial- und Tangentialwänden der Faserzellen abgekrümmter Antherenklappen wurde allgemein zugegeben. P. CLAUSSEN.

1) Es ist zu beachten, daß sich die Klappenarme in Wasser häufig nicht wieder völlig zurückkrümmen, so wie es die geschlossene Anthere zeigt.

Alexander Buchheim: Zur Biologie von Melampsora Lini.

(Aus dem Botanischen Institut der Universität Bern.)
(Eingegangen am 5. Februar 1915.)

Melampsora Lini wurde nach SACCARDO (1) bisher auf folenden *Linum*arten gefunden: *Linum catharticum*, *marginalis*, *usitassimum*, *alpinum*, *narbonense*, *perenne*, *nodiflorum*, *strictum*, *austriaum* und in letzter Zeit von E. MAYOR (2) auf *Linum tenuifolium*.

Die wissenschaftliche Literatur enthält Angaben über die Verschiedenheit der Pilze, die die Rostkrankheit auf *Linum usitaissimum* und *Linum catharticum* verursachen. So weist schon KÖRNICKE in der Land- und forstwirtschaftlichen Zeitung für die Provinz Preußen im Jahre 1865 darauf hin, daß die Rostkrankheit auf *Linum usitatissimum* durch Sporen einer besonderen Varietät von *Melampsora Lini* Tul., die er var. *liniperda* nennt, verursacht wird (nach FUCKEL var. *major*). KÖRNICKE (3) deutet auch darauf hin, daß in Gegenden, wo die *Melampsora Lini* auf *Linum catharticum* sehr verbreitet ist, die Rostkrankheit oft auf *Linum usitatissimum* ganz ausbleibt.

In neuerer Zeit hat B. PALM (4) die Angaben von KÖRNICKE nachgeprüft und bestätigt, daß *Melampsora Lini* nicht von *Linum usitatissimum* auf *Linum catharticum* übertragen wird. PALM fand auch Unterschiede in den Größenverhältnissen der Uredo- und Teleutosporen der beiden Pilze und nannte den Pilz auf *Linum usitatissimum Melampsora liniperda* (Körnicke) Palm.

Nach diesen Angaben war es von Interesse nachzuprüfen, ob eine weitergehende Spezialisation der *Melampsora Lini* vorliegt, um so mehr als schon früher für *Melampsora Helioscopiae* (Pers.) eine solche Spezialisation von W. MÜLLER (5) festgestellt wurde.

Es gelang mir im Sommer 1914 Uredosporen von *Melampsora Lini* auf folgenden *Linum*arten zu bekommen:

a) auf *Linum catharticum*
(Material von Gunten am Thuner See, gesammelt im Juni und Juli 1914),

b) auf *Linum alpinum*
(Material von der Laubegg am Walensee, gesammelt 24. VI. und 12. VII. 1914),

c) auf *Linum strictum*
(Material von Herrn W. LÜDI im Juni 1914 bei Montpellier gesammelt),

d) auf *Linum tenuifolium*
(Material vom Mont Vuache bei Bellegarde am 16. VII. 1914 gesammelt).

Die Versuchspflanzen, mit denen ich experimentierte, bezog ich von CORREVON in Genf, SÜNDERMANN in Lindau und WARTMANN in St. Gallen. *Linum usitatissimum* erhielt ich aus dem Botanischen Garten in Bern, auch verwendete ich aus Samen selbstgezogene Pflanzen. *Linum catharticum* wurde von solchen Standorten genommen, wo Infektion durch *Melampsora* nicht zu befürchten war; außerdem wurden stets Kontrollexemplare in den Kreis der Beobachtung gezogen: in keinem Fall konnte ich Infektion der Kontrollpflanzen nachweisen; also kann man mit einiger Sicherheit annehmen, daß die Pflanzen von *Linum catharticum*, mit denen ich experimentierte, durch *Melampsora* spontan nicht infiziert waren.

Zunächst wurden 6 Versuchsreihen mit Uredosporen, die von *Linum catharticum* stammten, ausgeführt. Es kamen für dieselben folgende *Linum*arten zur Verwendung:

Linum catharticum,
Linum usitatissimum,
Linum campanulatum,
Linum capitatum,
Linum austriacum,
Linum alpinum,
Linum Lewisii,
Linum narbonense,
Linum maritimum,
Linum flavum,
Linum sibiricum,
Linum tenuifolium.

Als Resultat ergab sich immer nur auf *Linum catharticum* ein positiver Infektionserfolg, während das Ergebnis auf allen übrigen Versuchspflanzen negativ ausfiel.

Daraus geht hervor, daß die auf *Linum catharticum* lebende Pilzform spezialisiert ist: sie ist, wie bereits KÖRNICKE und PALM gezeigt haben, nicht identisch mit der Form auf *Linum usitatissimum*, aber außerdem auch nicht mit denen auf *Linum alpinum*, *tenuifolium*, *narbonense* und *austriacum*.

Auch mit den übrigen obenerwähnten Uredo führte ich auf mehreren *Linum*arten Infektionsversuche aus. Das Resultat war ein ganz analoges:

Mit Uredosporen, die von *Linum alpinum* stammten, konnte nur *Linum alpinum* und mit den Uredosporen, die von *Linum tenuifolium* stammten, nur *Linum tenuifolium* infiziert werden. Leider standen mir keine Versuchspflanzen von *Linum strictum* zur Verfügung, aber ich konnte mit den Uredo, die von *Linum strictum* stammten, keine andere *Linum*spezies infizieren.

Diese Versuche bedürfen noch der Wiederholung, da meine Versuchspflanzen, die frisch verpflanzt waren, oft frühzeitig abstarben. Aber auf alle Fälle läßt sich schon jetzt sagen, daß *Melampsora Lini* ebenso wie andere Melampsoren, z. B. *Melampsora Euphorbiae*, eine weitgehende Spezialisation zeigt.

Zitierte Literatur.

1. SACCARDO, Sylloge fungorum. Bd. VII, S. 588.
2. Berichte der Schweiz. botanischen Gesellschaft. Heft XV, 1905, S. 40.
3. KÖRNICKE, Verhandl. d. naturhist. Vereins d. preuß. Rheinlande. Bd. 31, 1874.
4. PALM, B., Nya bidrag till Stockholmstraktens Swampflora, Svensk botanisk Tidskrift. Bd. 4, 1910.
5. MÜLLER, W., Zur Kenntnis der *Euphorbia* bewohnenden Melampsoren. Centralblatt f. Bakteriologie, Parasitenkunde u. Infektionskrankheiten. Bd. XIX, 1907.

8. A. Günthart: Über die Blüten und das Blühen der Gattung Ribes.

(Mit vier Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 11. Februar 1915.)

Die Angiospermen entfalten ihre größte Formenmannigfaltigkeit in der Blütenregion. Zur Unterscheidung kleinerer Sippen, namentlich der Arten, eignen sich darum Blütenmerkmale ganz besonders und es werden ja solche auch in fast allen systematischen Arbeiten verwendet.

Eine Einteilung nach fest gewählten Eigenschaften, womöglich Gegensätzen (Cruciferen mit und ohne seitliche Drüsen usw.), entspricht nicht dem Wesen der natürlichen Verwandtschaft (vgl. Verfasser, Prinzipien der physikalisch-kausalen Blütenbiologie, Jena 1910, S. 148, 153, 155 und 156, ferner: Beitrag zu einer blütenbiologischen Monographie der Gattung *Arabis*, Bibliotheca botanica 1912, S. 32, 35 und 36), so bequem sie auch zu prak-

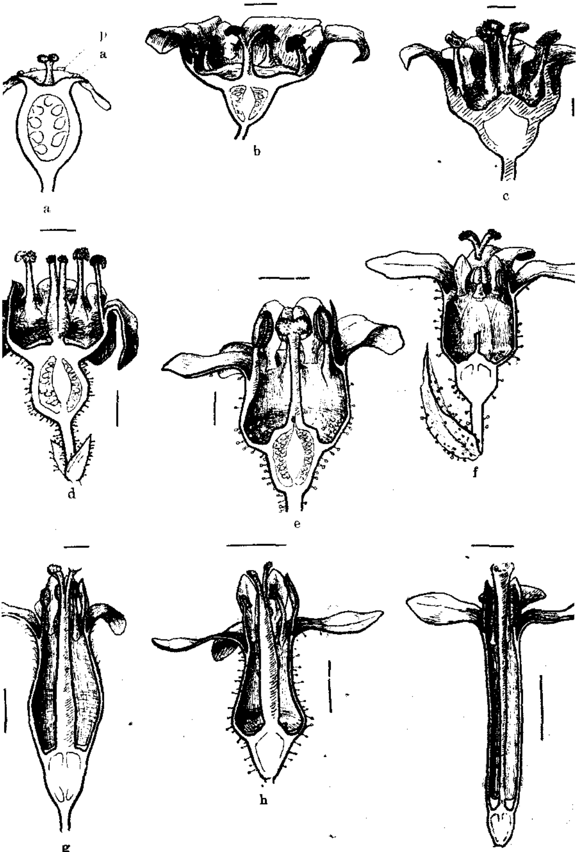


Abb. 1. Zur vergleichenden Blütenmorphologie der Gattung *Ribes*. Es sind hier nicht alle im Text beschriebenen Blütenformen wiedergegeben. Die vollständige Reihe lautet: *R. alpinum* (Abb. 1 a), *rubrum* weißfrüchtig (b),

tischen Bestimmungszwecken sein mag. Es handelt sich vielmehr darum, die Faktoren zu bestimmen, welche die Formenmannigfaltigkeit verursachen und dann die Formen nach dem Wirkungsgrade dieser formbildenden Faktoren anzuordnen.

Der letzthin formbildende Faktor ist nur durch lange analysierende Beobachtung der einzelnen und Vergleichung der verschiedenen Formen miteinander zu isolieren, so bei den Cruciferen (vgl. Verfasser, Prinzipien usw.), oft liegt er klar zu Tage, wie bei der Gattung *Ribes*.

Hier wird die Formenmannigfaltigkeit der Blüten durch die ungleiche Längenentwicklung des Rezeptakulums bedingt. In Abb. 1 sind die Blütenlängsschnitte der von HERMANN MÜLLER gezeichneten *R. alpinum* L. und von weitern in dieser Arbeit beschriebenen Arten zusammengestellt, um zu zeigen, wie das Rezeptakulum von den ersten Anfängen bei *R. alpinum* bis zur maximalen Entwicklung bei *R. aureum* Pursh. fortschreitet.

H. MÜLLER hat diese Reihe rein ökologisch betrachtet. Es ist klar, daß die Länge des Rezeptakulums bestimmend auf die Zusammensetzung des Besucherkreises einwirken muß, ob aber umgekehrt die Blütengäste selektiven Einfluß auf die Phylogenese des Rezeptakulums ausübten, muß nach unsern heutigen Kenntnissen, namentlich auch nach allem was wir von den Lebensgewohnheiten der Insekten wissen, sehr bezweifelt werden. Nach MÜLLERs Blumentheorie müßte auch die Steigerung der Augenfälligkeit Schritt halten mit der Verlängerung des Rezeptakulums. Es mag von Interesse sein, festzustellen, daß diese Forderung in der Tat nicht erfüllt wird: einige langröhrige Formen, insbesondere *R. sanguineum* Pursh., zeigen zwar ausgebildete Farb-

---

rubrum rotfrüchtig (c), *Grossularia* (d), *nigrum* (e), *orientale* (f), spec. (g), *malvaceum* (h), *sanguineum*, *Gordonianum*, *aureum* (i). Abb. 1a nach H. MÜLLER, übrige, wie auch die Abb. 2 u. f. Original des Verf.

Abb. 1a *R. alpinum*, weibliche Blüte (zweihäusig), a Staubblätter, p Kronschüppchen. ENGLER zeichnet diese sowie die Kronblättchen viel länger, stellt auch die Blüte in einem halboffenen Zustand, sehr ähnlich demjenigen der rotfr. *R. rubrum* dar. Also ist *R. alpinum* genauerer Untersuchung dringend bedürftig!. Abb. 1b. *rubrum* weißfr. gegen Ende der Anthese (Narben schon größtenteils verwelkt, die Antheren immerhin noch mit reichlich Pollen), c. *rubrum* rotfr. im ganz-offenen Zustand, d. *Grossularia* ebenso, e. *nigrum* (im Blütengrund Nektartropfen), f. *orientale* (mittlerer Teil des Griffels und die Anthere links sind entfernt, um die darunterliegenden Teile zu zeigen), g. spec. (im Blütengrund Nektar), h. *malvaceum*, l. *aureum*. Die horizontalen Maßstriche bezeichnen den Durchmesser, von den äußersten in der Zeichnung dargestellten Blütenteilen aus gemessen, die vertikalen Striche ebenso die Blütenhöhe vom obersten Blütenteil bis zur Wurzel des Blütenstiels.

töne, andere (*R. orientale* Desf. und die im Anschlusse an diese beschrieben *R.* spec.) jedoch wieder ebenso unscheinbare grünlichweiße Färbungen, wie die ganz kurzröhrigen *R. rubrum* L. usw. — Auch die Dichogamie ist bei den langröhrigen nicht stärker ausgebildet, *diese sind im Gegenteil homogam, während die kurzröhrigen* stark protogyn sind.

R. Grossularia L. hat Einzelblüten, die übrigen Trauben. Diese sind bei *R. alpinum* aufrecht, bei den übrigen mehr oder weniger (vgl. die Einzelbeschreibungen) hängend, die Blüten also seitwärts bis abwärts gerichtet. H. MÜLLER verwechselt (Weitere Beobachtungen über Befruchtung der Blumen durch Insekten, I, 1879, S. 28 und 29) zwei verschiedene Dinge: die Stellung der Blüten im Raum und die Stellung der Kronblattzipfel zur Längsachse der Blüte. — Über Verfärbungen, die wohl durch den Reiz der Befruchtung ausgelöst werden und über ihre wissenschaftlich jedenfalls vorerst ganz wertlose Deutung nach DELPINO und H. MÜLLER vgl. H. MÜLLER, Weit. Beob. I, S. 29 und 30. — Über die Größenverhältnisse der Blüten und das Vorkommen von Drüsenhaaren vgl. die hier beigegebenen Abbildungen. —

Es wurden folgende 10 Formen untersucht:

Ribes rubrum L., rotfrüchtig	Seite	78,
rubrum L., weißfrüchtig	„	83,
Grossularia L.	„	84,
nigrum L.	„	85,
orientale Desf.	„	87,
spec.	„	87,
malvaceum Sm.	„	87,
sanguineum Pursh.	„	88,
Gordonianum Lem. (= *R. sanguinum* × *aureum*	„	89,
aureum Pursh.	„	89.

R. rubrum L., rotfrüchtige Form.

Literatur[1]): H. MÜLLER, Die Befruchtung der Blumen durch Insekten usw. 1873, S. 95; Weit. Beob. I. S. 28. Referat in KNUTHs Handbuch der Blütenbiologie II. I, 1898, S. 438 und 439.

Untersucht: Mitte April bis Mitte Mai 1912 an einem einzigen Strauch in Meilen am Zürichsee. Einige Erscheinungen wurden Mitte Mai 1914 in Braunlage im Harz nachgeprüft. Zuerst wird nur über die Meilener Blüten berichtet.

Der Verlauf der Anthese. Schon in jüngeren Knospen

1) Wo dieser Abschnitt fehlt, liegen keine Literaturangaben vor.

sind die freien Griffelenden gespreizt und tragen stark angeschwollene, vollständig papillöse Narben. Daß dieselben um diese Zeit wirklich schon empfängnisfähig sind, wurde durch künstliche Kreuzbestäubung und mikroskopischen Nachweis eingedrungener Pollenschläuche festgestellt. — Zuerst öffnen sich, gewöhnlich vormittags gegen 9 Uhr, die Kelchzipfel nur soweit bis sie gerade aufgerichtet

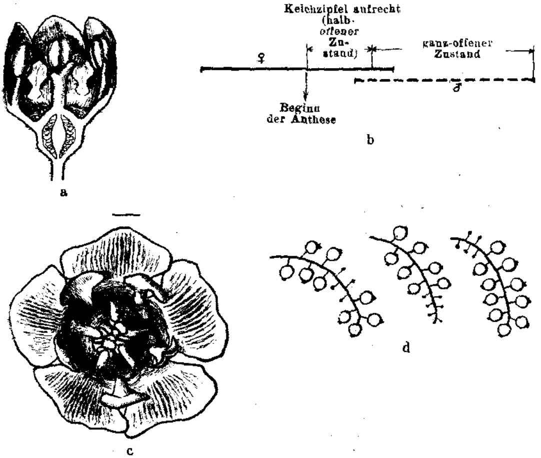


Abb. 2. *R. rubrum*, rotfrüchtig a. halb-offener Zustand (auf der Scheibe des unterständigen Fruchtknotens Nektartropfen, ein Griffelast weggeschnitten, um die um diese Zeit noch sehr kleinen Kronschüppchen zu zeigen), b. Diagramm (die beiden Linien bezeichnen die relative Zeitdauer der Funktion der Narbe ♀ resp. der Staubbeutel. ♂), c. nicht befruchtete Blüte mit zentripetalen Staubblattbewegungen am Ende der Anthese von oben (die Schraffierungen auf den Kelchzipfeln sollen die aus kleinen Stricheln bestehenden dunklern Linien andeuten), d schematische Darstellung von Trauben mit unbefruchteten Zonen.

sind (vgl. Abb. 2a), die Staubblätter folgen langsamer, noch etwas langsamer, so daß sie meist von den Staubblättern passiv etwas geschoben werden, die Kronzipfel. In diesem **halboffenen Stadium** verharrt die Blüte gewöhnlich während des ersten Tages der Anthese. Erst gegen Ende dieses Stadiums brechen, nicht

ganz gleichzeitig aber doch nur in sehr kurzen Zeitabständen hintereinander, die Antheren auf. Meist ist aber noch eine horizontale Distanz zwischen ihnen und den Narben vorhanden, so daß, wenigstens ohne Insektenhilfe, keine Autogamie eintreten kann. Nur in ca. $^1/_{20}$ der untersuchten Blüten berührten sich Narben und Beutel und blieb eigener Staub an den Narben haften. Diese Berührung machte durchaus den Eindruck des Zufälligen. Zweckmäßig kann man eine Autogamie in solch frühem Stadium unter Annahme der günstigeren Wirkung der Kreuzung nicht nennen, da jetzt noch gar nicht darüber entschieden ist, ob die Blüte Gelegenheit zur Kreuzung haben wird oder nicht. (Auch wurde leider versäumt, die Blüten durch Isolieren auf Selbstfertilität zu untersuchen, und die mikroskopische Prüfung, ob der eigene Staub auch wirklich befruchtend wirkt, mißlang: Pollenschläuche wurden zwar beobachtet, aber ob sie in die Ovula eindringen, wurde nicht mehr festgestellt. Die später mitzuteilenden Beobachtungen über das weitere Verhalten der Blüte sprechen aber dafür, daß sie auf eigenen Staub fruchtbar ist.) Geitonogamie durch Herabfallen von Pollen ist, entgegen der Behauptung HERMANN MÜLLERs, wegen der Klebrigkeit des Pollens sehr unwahrscheinlich und es sind von mir jedenfalls nie darauf deutende Erscheinungen beobachtet worden. — Während die Staubblätter auch weiterhin in ihrer aufrechten Stellung verharren, beginnen die Kelchzipfel sich nun rasch nach außen umzubiegen, die Kronschüppchen folgen ihnen dicht (Abb. 1c). Sehr bald darauf verwelken die Narben, so daß das nun folgende ganz-offene Stadium im wesentlichen ein männliches ist. Es dauert so lange bis alle Pollenkörner weggeholt oder vertrocknet und abgefallen sind, 2—3, bei Regen 4—5 Tage. — Die zeitlichen Verhältnisse dieses ganzen Blühverlaufes sind im Diagramm Abb. 2b, nochmals zusammengestellt. — Die eigentliche Vollblüte ist jener zwittrige „halb-offene" Zustand, der ganz-offene macht mehr den Eindruck einer Nachblüte: nicht nur sind die Narben schon tot, sondern auch die Antheren krümmen sich mehr und mehr nach außen und verwelken schließlich ganz, Filamente und Kronzipfel verlieren ihre Turgeszenz, die Kelche verfärben sich. Es ist auch kaum mehr Nektar vorhanden und die Insekten (Bienen) besuchen selten mehr diese, sehr reichlich dagegen die „halb-offenen" Blüten. Auch muß ja die Kreuzung schon während des halb-offenen Zustandes eingetreten sein, denn sehr bald nachher sind die Narben tot; die Anschwellung des Fruchtknotens begann in der Tat schon am Anfang des ganz-offenen Stadiums.

Reizwirkungen der Befruchtung. Einzelne Blüten zeigten am Ende der Anthese, wenn in der Regel nur noch wenig Staub an den Pollenfächern haftete, sehr deutliche zentripetale Staubblattbewegungen (vgl. Abb. 2c). Es ließ sich darüber folgendes feststellen: 1. Diese Blüten kommen zusammen mit normalen an denselben Trauben vor. 2. An stark im Blattwerk verborgenen Infloreszenzen waren sie aber entschieden häufiger. 3. Die Häufigkeit der Erscheinung nahm auch zu nach einer mehrtägigen Regenperiode. 4. Die Narben dieser Blüten waren um die Zeit des Eintretens der zentripetalen Staubblattbewegungen noch frisch, sie waren also bedeutend langlebiger als in den normalen Blüten. Da aber die Griffeläste die Antheren um diese Zeit um reichlich 1 mm überragten, so war Autogamie doch nicht möglich. 5. Die Narben dieser Blüten wurden nun mit einer Firnisschicht überzogen, um auch nachträgliche Kreuzung auszuschließen. Nach Ausschaltung zweifelhafter Fälle zeigten von 32 dieser Blüten nur neun Fruchtansatz (die erwähnten 32 Blüten verteilten sich auf 19 Trauben). — Hieraus geht wohl hervor, daß jene zentripetalen Staubblattbewegungen zusammen mit dem Überdauern der Narben Erscheinungen sind, die mit dem Ausbleiben der Befruchtung zusammenhängen. Verfasser hat schon früher auf derartige Erscheinungen hingewiesen (Beiträge zur Blütenbiologie der Cruciferen, Crassulaceen und der Gattung *Saxifraga*, Bibliotheca botanica 1912: vgl. *Sedum alpestre* Vill., *rupestre* L., *album* L., *boreale* L., *Sempervivum Heuffeli* Schott. und *Saxifraga Burseriana* L.), auch A. SCHULZ erwähnt (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XX. 9. S. 555) einen ähnlichen Fall bei *Geranium pusillum*. Ob man das „normale“ Verharren der Staubblätter an der Peripherie des Griffels und die Kurzlebigkeit der Narbe eine Reizwirkung der eingetretenen oder das zuletzt geschilderte entgegengesetzte Verhalten eine Reizwirkung der ausgebliebenen Befruchtung nennen will, ist zunächst gleichgültig (Über Befruchtungsreiz vgl. die bekannten entwicklungsphysiologischen Untersuchungen an Orchideen von G. FITTING im I. und II. Band der Bot. Zeitschr.). — Ökologisch ist diese Erscheinung als Mittel zur „spontanen“ Autogamie nur dann verständlich, wenn die Blüten von *R. rubrum* selbstfertil sind. Aber der Zweck wird, wie bereits bemerkt, nie oder selten erreicht. Damit hängt jedenfalls das sehr häufige Vorkommen von Fruchttrauben mit unbefruchtet gebliebenen Zonen zusammen (vgl. Abb. 2d): Die Blüten dieser tauben Zonen blühten während einer Regenperiode und erhielten darum keinen Insektenbesuch.

Es kommt hier übrigens noch eine andere Reizwirkung der

Befruchtung vor, nämlich eine starke „karpotropische" (HANSGIRG, vgl. physiolog. und phykophytolog. Unters., Prag 1893) Aufwärtskrümmung der vorher schief abwärts geneigten Blütenstiele. *Sie ist praktisch wichtig, denn an ihr ist der Eintritt der Befruchtung sehr frühzeitig zu erkennen; die Anschwellung des Fruchtknotens beginnt viel später.*

Einfluß äußerer Faktoren auf den Blühverlauf. Daß das bei Regenwetter häufigere Vorkommen von Blüten mit „Autogamiebewegungen" und langlebigen Narben eine Folge des wegen der ungünstigen Witterung ausgebliebenen Insektenbesuches, nicht aber eine direkte Wirkung des Regenwetters selbst ist, dürfte klar sein. Dagegen zeigt das am Anfang erwähnte längere Frischbleiben der Antheren bei Regen, daß eine Einwirkung äußerer Faktoren auf den Blühverlauf von *R. rubrum* doch nicht ganz ausgeschlossen ist. Nach längerer Schönwetterperiode brechen die Antheren auch etwas früher auf, oft schon am Anfang des halboffenen Stadiums. — Ökologisch, und zwar unter Annahme der günstigeren Wirkung der Kreuzung, ist dieser Vorgang nun jedenfalls ganz unverständlich, denn er begünstigt zweifellos Autogamie schon am Anfang der Anthese, die aber, gerade bei sonnigem Wetter, in solch frühem Stadium gar nicht zweckmäßig ist.

Um nun ein sicheres Urteil über die Beeinflußbarkeit des Blühverlaufes zu erhalten, wählte ich ein einfaches Verfahren, durch welches man die Anthese vieler Blüten sehr stark abändern kann (vgl. KNUTHs Handb. II. 1, S. 458: *Parnassia palustris* L., und II, 2, S. 407: *Butomus umbellatus* L., ferner Verf., Beiträge zur Blütenbiol., der Cruc., Crass. etc.: *Sedum Telephium* L., *Eversii* Led. und *Sempervivum globiferum* L.): das Inwasserstellen ganzer abgeschnittener Blütenzweige. Dieses rigorose Mittel erwies sich, selbst nach mehrtägiger Einwirkung, hier als vollständig wirkungslos (vgl. die entsprechenden Beobachtungen an *R. sanguineum* Pursh. weiter unten). Auch ein Vergleich der Nordseite des Strauches mit der Süd- und Südwestseite ergab keine Unterschiede im Ablauf des Blühens. Die Blüten von *R. rubrum* sind also jedenfalls gewöhnlichen klimatischen Einflüssen gegenüber verhältnismäßig konstant.

Messungen: Die Kronblattzipfel wachsen im Verlaufe der Anthese noch stark: unmittelbar vor dem Öffnen der Knospe sind sie ca. 1 mm, im halb-offenen Stadium $1^1/_2$—2 mm, am Anfang des ganz-offenen Zustandes durchschnittlich $2^1/_2$ mm lang und unmittelbar vor dem Verwelken beträgt ihre Länge — immer in ausgestrecktem Zustande — sogar 3 mm. Dasselbe gilt von den übrigen Blütenteilen; die freien Teile des Kelches sind im halb-

offenen Zustand zuerst $1^1/_2$ mm lang, zuletzt messen sie 3 mm und darüber. Diese Streckungen tragen mit zur allmählichen Änderung der Blütengestalt (vgl. Abb. 2a mit 1c) bei. Der Blütendurchmesser beträgt im ganz-offenen Zustande $5^1/_2$—7 mm.

Letztlinge: Die letzten Blüten des Strauches, die ich gegen Mitte Mai beobachtete, wurden allmählich immer kleiner. Namentlich die Griffel waren schließlich sehr kurz. Die Kelch- und Kronzipfel verlängerten sich im Verlauf der Anthese nur noch wenig und öffneten sich schließlich gar nicht mehr, so daß die Staubbeutel innerhalb der geschlossenen Blütenhülle aufbrachen.

Beobachtungen in Braunlage: Die oben unter dem Titel „Verlauf der Anthese“ wiedergegebenen Befunde treffen auch für diese Blüten, die sich auf mehrere Sträucher verteilten, zu. Ebenso die Maße, nur der Stempel war ganz wenig kürzer.

R. rubrum L., weissfrüchtige Form.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß Angaben der vorliegenden Literatur über *R. rubrum* (s. oben Seite 78) zum Teil auch auf Beobachtungen an weißfrüchtigen Sträuchern beruhen, die Unterschiede wurden vielleicht gar nicht bemerkt, trotzdem sie, wie aus der folgenden Beschreibung hervorgeht, größer sind, als viele blütenbiologische Artunterschiede innerhalb dieser Gattung.

Untersucht: Ende April 1912 an drei Sträuchern in Meilen am Zürichsee.

Der Blütendurchmesser beträgt durchschnittlich 7 mm, ist also, trotzdem die Kelchzipfel noch stärker zurückgeschlagen sind (Abb. 1 b), als bei der rotfrüchtigen *R. rubrum*, um 1 mm größer als bei dieser. Farbe gelblich-grün, Fruchtknoten außen bräunlich, Kelch rötlich angelaufen. Stark vom Blattwerk beschattete Blüten sind rein grün.

Auch hier eröffnet das Gynaeceum seine Funktion schon vor dem Öffnen der Knospe. Die Narben schwellen zuerst stark an und sondern so viel Flüssigkeit ab, daß jede in einem glänzenden Tropfen eingebettet liegt; dann erst entwickeln sich die Papillen. Die freien Enden der Griffel sind schon jetzt sehr stark auseinandergespreizt. Das „halb-offene“ Stadium war hier nur in vereinzelten Blüten angedeutet, im allgemeinen öffneten sich die Kelchzipfel sogleich bis zu der in der Abbildung wiedergegebenen Stellung. Das Stäuben beginnt während des Öffnens der Blüte. Wegen des flachern Baues des Blütentellers ist aber die Horizontalentfernung zwischen Narben und Antheren so groß, daß in diesem Moment nur in seltenen Fällen Berührung der Narben mit der

einen oder anderen Anthere eintritt. Überdies überragt hier der Stempel während der ganzen Anthese die Staubblätter noch etwas stärker als bei der rotfrüchtigen Form. Am Ende ihrer Tätigkeit, wenn die Beutel schon teilweise oder ganz entleert sind, biegen sich die Staubblätter etwas einwärts. Diese Bewegung macht durchaus den Eindruck einer Welkungserscheinung und falls bei dieser Gelegenheit noch etwas Staub auf die Narben fällt, so ist dies jedenfalls immer wirkungslos, da die Narben nicht einmal so lange funktionierend bleiben wie die Antheren und darum um diese Zeit stets vollständig vertrocknet sind. — Erscheinungen die zu Geitonogamie führen könnten, habe ich nie beobachtet. — Trotzdem die Blüten noch etwas unscheinbarer gefärbt sind, als *diejenigen der rotfrüchtigen Form, waren sie, ebenso wie die der* letzteren, sehr stark von Bienen besucht.

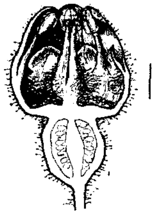


Abb. 3. *R. Grossularia* im halb-offenen Zustand.

R. Grossularia L.

Literatur: H. MÜLLER, Befr. der Blumen, S. 95; Weit. Beob., I. S. 28; KIRCHNER, Flora von Stuttgart und Umgebung. 1888, S. 409; KNUTH, Bijdragen. Ref. in KNUTHs Handb. II. 1, S. 440 bis 442.

Untersucht: Während der ersten Hälfte des Monates April 1912 in Meilen am Zürichsee.

Der Blühverlauf gleicht am Anfang demjenigen der rotfrüchtigen *R. rubrum* sehr: die Kelchzipfel öffnen sich auch hier zunächst nur ganz wenig; das sich anschließende halb-offene Stadium (Abb. 3) dauert durchschnittlich ebenso lange wie bei jenen Blüten. Die Narben werden hier noch nicht in der Knospe, aber doch unmittelbar nach Beginn des halb-offenen Zustandes klebrig und papillös. Die Stamina überragen den zweispaltigen Griffel, *dessen Äste nie stark spreizen, schon in der ältern Knospe um*

eine halbe Antherenlänge und später strecken sich die beiden Organe gleichmäßig rasch, so daß dieses Längenverhältnis ziemlich erhalten bleibt. Während des halb-offenen Zustandes sind die prallen Antheren den Narben so nahe, daß schon durch herausquellenden Staub eine verbindende Brücke entstehen müßte. Die Beutel begannen aber sowohl bei naßkaltem wie bei hellerem Wetter ihre Tätigkeit erst wenn der Kelch sich weiter öffnete und die Staubfäden sich gerade stellten, d. h. zu Beginn des ganz-offenen Stadiums, so daß Autogamie, entgegen der Angabe von H. MÜLLER ganz ausgeschlossen war. Die den ganz-offenen Zustand einleitende vollständige Öffnung des Kelches erfolgt rasch und schreitet noch etwas weiter vor, als Abb. 1d darstellt. Später, gewöhnlich erst wenn die ersten Narbenpapillen zu welken beginnen, gehen die Kelchzipfel wieder mehr zu, während die Kronblättchen bis zuletzt in der hier wiedergegebenen Stellung verharren. Jene Schließbewegung der Kelchblätter scheint eine „karpotropische" zu sein, d. h. eine Reizbewegung, ausgelöst durch die inzwischen eingetretene Befruchtung. Wenigstens sah ich den Fruchtknoten stets unmittelbar nachher anschwellen. Diese Bewegung wird, sobald die Kelchzipfel horizontal ausgebreitet sind, für kurze Zeit sistiert, geht dann aber weiter, bis die Blättchen einen Winkel von 45° mit der Längsache der Blüte bilden. Während dieser Schließbewegung verlieren die Antheren noch die letzten Pollenkörner. Die Blüten von *R. Grossularia*, die H. MÜLLER schlechtweg protandrisch nennt, sind also am Schluß der Anthese ziemlich homogam, am Anfang, wie aus den vorangegangenen Mitteilungen zu entnehmen ist, dagegen stark protogynisch dichogam.

Der Insektenbesuch war hier, sobald sich das Wetter nur einigermaßen aufhellte, womöglich noch reicher als bei *R. rubrum*. Die Besucher waren auch hier vorwiegend Honigbienen.

Über die Färbung und Nektarausscheidung vgl. die Angaben in KNUTHs Handbuch. Außer den von H. MÜLLER angegebenen Griffelhaaren kommen auch auf der obern Innenseite des Rezeptakulums Haare vor, so daß der Schutz des Nektars gegen kleine Insekten in der Tat ein recht guter ist.

R. nigrum L.

Literatur: H. MÜLLER, Befr. S. 94 und 95; MAC LEOD, Nouvelles Recherches. Ref. in KNUTHs Handb. II. 1. S. 438.

Untersucht: Ich untersuchte einen Strauch von *R. nigrum* während der ersten Hälfte des Monats April 1912 in Meilen am

Zürichsee, ein zweites Exemplar am „Rigiblick"-Zürichberg ungefähr zur gleichen Zeit des vorangegangen Jahres.

Der Griffel ist hier (vgl. Fig. 1e) nicht mehr gespalten, die Narbe aber noch zweilappig. Sie reift noch etwas später als bei der vorigen Art, aber doch immer noch vor dem Öffnen der Knospen. Interessant ist in unserm Zusammenhange die Beobachtung MAC LEODs, daß Honigbienen „ältere Knospen mit ihren Freßwerkzeugen öffnen und dabei die bereits empfängnisfähige Narbe mit mitgebrachtem Pollen bestäuben" (nach KNUTHs Handbuch).

Die Kelchzipfel öffnen sich ziemlich rasch bis zu der in der Abbildung wiedergegebenen Stellung. (Spätere Bewegungen der Sepala habe ich nicht beobacbtet.) Ein „halb-offenes" Stadium kommt also nicht vor. Die Kronhlattzipfel sind zwar auch zart gebaut, aber bedeutend größer. Sie werden von den sich emporrichtenden Stamina aufgedrückt und verharren während der ganzen Blütezeit in aufrechter Stellung, den Antheren dicht anliegend. Die Blüte bleibt darum trotz des Zurückschlagens des Kelches doch nur halb geöffnet, die ganze Anthese entspricht demnach dem „halb-offenen" Stadium von [*R. rubrum*, nur übernimmt die Krone hier die Rolle, die dort der Kelch spielte: eine den Beuteln dicht anliegende Hülle zu bilden.

Die Blüten sind sehr schwach protandrisch, beinahe homogam. (Hier stimmt also, im Gegensatz zu den andern Arten, die entsprechende Beobachtung HERMANN MÜLLERs mit der meinigen überein.) Die Pollenfächer öffnen sich kurz nach dem Reifwerden der Narben, zugleich mit dem Öffnen der Sepala oder ganz kurz vorher. Am Schluß der Anthese überleben die Narben das Androeceum nur ganz kurze Zeit.

Die Staubblätter überragten bei dem Züricher Strauch das Gynaeceum um $^1/_4$ mm (vgl. die Abbildung) und die Beutel waren den Narben so genähert, daß in allen Blüten unfehlbar Autogamie eintreten mußte. In Meilen war umgekehrt der Griffel um den angegebenen Betrag länger. Aber auch hier trat in den (hängenden!) Blüten mit Sicherheit Selbstbestäubung ein.

Damit stimmt der nach H. MÜLLERs und meinen eigenen Beobachtungen außerordentlich spärliche Insektenbesuch. Selbst wenn die benachbarten Stöcke von *R. rubrum* und *Grossularia* über nnd über voll Bienen waren, sah man nur ab und zn eines dieser Insekten auf eine Blüte von *R. nigrum* zufliegen um sofort wieder umzukehren. Über den eigentümlichen Duft und die Blütenfarbe vgl. KNUTHs Referat.

R. orientale Desf.

Untersucht: Anfangs April 1914 auf Marienhöhe, Leipzig.

Blätter und Blüten stark duftend, ähnlich *R. nigrum*, aber angenehmer. Blütenfarbe (schwach grünlich-) weiß, Fruchtknoten außen rot. Deckblatt länger als Blütenstiel und Fruchtknoten zusammen. Den Habitus der Blüte zeigt Fig. 1 f.

R. spec.

Untersucht: Anfangs Mai 1912 bei der „Kreuzkirche" Zürich.

Schmales Deckblatt, Länge wie bei voriger Art. Blütenstiel $1^1/_2$mal so lang wie der Fruchtknoten, 3—11 Blüten pro Traube; die einzelnen Blüten hängen schief abwärts. Kelch- und Kronenzipfel weißlichgelb, Rezeptakulum außen grüngelb, Fruchtknoten grün. Habitus der Blüte vgl. Abb. 1g. Blühverlauf wie bei *R. malvaceum* Sm. (s. unten). Laubblatt dreilappig, Teile an den Enden grob gezähnt.

Abb. 4. *R. malvaceum*, Knospe.

R. malvaceum Sm.

Untersucht: Mitte April 1912 an einem Strauch bei der „Kreuzkirche" in Zürich.

Das langröhrige Rezeptakulum ist außen hellrot, die Kelchzipfel sind weißlich, die Kronzipfel ganz weiß, der unterständige Fruchtknoten außen braunrot, Antheren und Staub hellgelb.

Ein Vergleich der beiden Abbildungen 1h und 4 zeigt deutlich das allgemeine Gesetz, daß die basalen Partien der Blütenteile erst viel später eingeschoben werden, wenn die oberen schon ganz ausgebildet sind: die in Abb. 4 dargestellte schon 5 mm lange Knospe zeigt noch keine Spur eines Rezeptakulums; von der langen Griffelsäule ist nur der oberste gespaltene Teil entwickelt, vom Staubblatt die Anthere und zwar sehr weit, während das Filament nur eben angedeutet ist. Aber auch die jetzt schon stark entwickelten apikalen Teile strecken sich später noch weiter: die

Länge der Kelchzipfel beträgt jetzt 4, in der ausgewachsenen Blüte 7 mm, diejenige der Kronzipfel jetzt 1, später 4 mm. Nur der unterständige Fruchtknoten hat schon jetzt seine endgültige Länge von 2 mm.

Der oben gespaltene Griffel überragt die Staubblätter vor dem Öffnen um eine halbe, später um $1^1/_2$ Antherenlängen. Die Blüten hängen nicht senkrecht sondern schief abwärts, so daß Autogamie durch Pollenfall recht unwahrscheinlich ist. — Schon in dem in Abb. 4 dargestellten Knospenstadium sind die Narben feucht, jedoch noch glatt. Die völlige Reifung erfolgt kurz vor dem Öffnen, das Aufbrechen der Antheren unmittelbar nach dem Öffnen der Blüten. Auch am Schluß der Blütezeit besteht schwache Protogynie. — Ein „halb-offenes" Stadium kommt hier und bei den im nachfolgenden weiter noch beschriebenen Arten nicht vor. — Der Duft der Blüten und des Blattwerkes ist hier und bei der folgenden Art ähnlich wie bei *R. nigrum.*

R. sanguineum Pursh.

Literatur: H. MÜLLER, Weit. Beob. I. S. 29. Ref. in KNUTHs Handb. II. 1. S. 439 und 440.

Untersucht: Ende April 1911 auf „Rigiblick"-Zürich und Mitte desselben Monats 1912 in Meilen am Zürichsee und bei der „Kreuzkirche" in Zürich. Sämtliche Beobachtungen wurden jeweils an mehreren Sträuchern durchgeführt.

Blütenstellung wie bei *R. malvaceum*, die Blüten gleichen denjenigen dieser Art völlig, sind aber ganz wenig kleiner, auch ist die Röhre des Rezeptakulums, namentlich unten, etwas weniger ausgeweitet. Rezeptakulum und Kelchzipfel außen dunkel, innen etwas heller karminrot, Kronblätter weißlichrot, wie bei der vorigen Art immer aufrecht. — Die MÜLLERschen Blüten waren viel heller und sehr viel kurzröhriger (vgl. Weit. Beob. I. Taf. VI. Abb. 19), so daß bezweifelt werden muß, ob HERMANN MÜLLER wirklich dieselbe Art vorgelegen hat.

Der Griffel überragt die Staubblätter etwas weniger als bei der vorigen Art. Autogamie wurde beobachtet. Schwache Protogynie wie bei *R. malvaceum.* Den Insektenbesuch habe ich leider nicht beobachtet (vgl. KNUTHs Referat), Fruchtansatz wurde dagegen festgestellt.

Ende April 1911 stellte ich Blütenzweige vom „Rigiblick" in Wasser. Diejenigen Blüten die schon nach 3 und 4, ja sogar nach 6—7 Tagen sich öffneten, waren unverändert. Nach zwei Wochen aber erreichten die Blütenstände nur noch $^1/_3$ ihrer

normalen Länge und zeigten ein ganz verändertes Bild: die Blüten verharrten, dicht aneinander liegend, in ihrer aufgerichteten Knospenstellung. Die einzelnen Blüten blieben kleiner und öffneten sich nur noch ganz wenig. Der Stempel blieb nicht nur absolut, sondern auch im Verhältnis zu den übrigen Blütenteilen im Wachstum zurück, so daß die Narbe auf der Höhe der Antheren stand und diesen dicht anlag. Narbe und Antheren entwickelten sich gleichzeitig und zwar vor dem Öffnen der Blüten, so daß der Staub stets in großen zusammenhängenden Massen auf die eigenen Narben deponiert wurde.

R. Gordonianum Lem. (= *R. sanguineum* × *aureum.*)

Untersucht: Mitte April 1912 beim „Spiegelhof"-Zürich 7.

Laubblätter und Blüten dieses Bastards zeigen Mischmerkmale: Staubblätter, Kron- und Kelchzipfel goldgelb, letztere außen wie das Rezeptakulum mit rotem Anflug. Unterständige Fruchtknoten hellgrün. — Die Blüten sind von derselben Größe und Gestalt wie bei *R. sanguineum*, nur etwas engröhriger. Blühverlauf wie bei *R. sanguineum*, Griffel weniger gespalten und im Vergleich zu den Staubblättern etwas länger als bei jener Art. Die Blütentrauben stehen horizontal vom Zweige ab. An der Spitze der Infloreszenzen finden sich sehr häufig Blüten mit verkümmerten Stempeln.

R. aureum Pursh.

Literatur: H. MÜLLER, Weit. Beob. I. S. 30; KNUTH, Bijdragen; WARNSTORF, Bot. Ver. Brandenbg. XXXVIII. Ref. in KNUTHs Handb. II. 1. S. 439.

Untersucht: Im April 1912 an zahlreichen Sträuchern im „Dolder"-Zürich.

Meine Blüten waren etwas länger und engröhriger als die MÜLLERschen. Blütenfarbe gelb; die Kronzipfel röteten sich bei einzelnen Sträuchern zuletzt etwas. Blühverlauf wie bei den zuletzt beschriebenen Arten. Über das Längenverhältnis von Griffel und Staubblättern orientiert Abb. 1i. Stellung der Blütentrauben schief aufwärts. — Am 21. Mai 1908 hatte ich im Schulgarten Hottingen-Zürich einen Strauch beobachtet, in dessen Blüten die Narben am Ende der Anthese gleich hoch, am Anfang sogar etwas tiefer standen als die Antheren.

HERMANN MÜLLER nennt alle Arten homogam, *R. Grossularia* sogar schwach protandrisch, während ich bei sämtlichen Arten, mit Ausnahme von *R. nigrum*, Protogynie feststellen konnte,

sehr ausgeprägte bei den beiden *R. rubrum* und bei *R. Grossularia*; *R. orientale* wurde nicht daraufhin geprüft. Diese Protogynie kommt in der Weise zustande, daß die Narben vor Öffnen der Knospen empfängnisfähig werden, das Stäuben der Beutel aber erst nach dem Öffnen beginnt. Nur bei *R. sanguineum* und *aureum* ist diese Erscheinung bereits beobachtet worden, und zwar von WARNSTORF.

Die Kreuzung erfolgt bei guter Witterung sehr frühzeitig, bei der rotfrüchtigen *R. rubrum* und bei *R. Grossularia* fast immer schon während des „halb-offenen" Zustandes. Dieser halb-offene Zustand, der bei dieser Gattung bis jetzt noch nie beobachtet wurde, ist jedenfalls nicht eine direkte Bewirkung äußerer Faktoren, sondern ein erbliches Merkmal. Auffallend ist, wie ungleich dieses Merkmal bei zwei so nahe verwandten Formen, wie der rot- und der weißfrüchtigen *R. rubrum* ausgebildet ist. — Der auf den halb-offenen folgende ganz-offene Zustand, der bisher als die eigentliche Anthese galt, macht, namentlich bei der rotfrüchtigen *R. rubrum*, durch verschiedene Anzeichen eingetretener Befruchtung und beginnender Verwelkung durchaus den Eindruck einer bedeutungslosen Postanthese, trotzdem er länger dauert und darum am Stock stets mehr ganz-offene als halb-offene Blüten zu finden sind.

Autogamie ist bei *Ribes* bei weitem nicht so verbreitet, wie H. MÜLLER annimmt, sie wurde überhaupt nur bei *R. nigrum* als regelmäßige Erscheinung festgestellt, die anderen Arten bestäuben sich nie oder nur zufällig selbst.

Die Nektarausscheidung erfolgt sehr reichlich auf der Scheibe des unterständigen Fruchtknotens bei den langröhrigen Formen auch an der inneren Basis des Rezeptakulums.

Der Schutz des Nektars gegen kleine kurzrüßlige Insekten ist ein ziemlich vollkommener: was LOEW an *R. niveum* D. C. (Blütenbiolog. Beitr. I. S. 11—14. Referat in KNUTHs Handb. II. 1. S. 440) beobachtete, gilt für alle Arten: die basalen Teile der Staubfäden springen nach innen vor (vgl. Abb. 1 c, e u. 2 c) und zerlegen den Blütengrund in einzelne Kanäle oder Röhren, welche oben überdies durch die oft einwärts stehenden Kronzipfel bedeckt sind. Dazu kommt bei den zuletzt beschriebenen Arten die lange Röhre des Rezeptakulums, bei *R. Grossularia* die Behaarung im Blüteninnern. — Die Drüsenhaare an der Außenseite des Rezeptakulums und der Kelchzipfel erzeugen nirgends eine so stark klebrige Oberfläche, daß dieselbe als Schutz gegen Aufkriechen der Insekten in Frage kommen könnte.

Bei *R. rubrum* und *Grossularia* sind die Kronblättchen klein, bei ersterem biegen sie sich überdies zugleich mit dem aufgehenden Kelch nach außen. *R. nigrum* hat dagegen aufrechte Kronzipfel, welche die Staubblätter genau so umschließen wie bei *R. rubrum* und *Grossularia* während des halb-offenen Zustandes die Kelchzipfel. Es scheint demnach nicht ausgeschlossen, daß zwischen Größe und Stellung der Kronzipfel und der Ausbildung eines halboffenen Stadiums eine Korrelation besteht. Ebenso wie *R. nigrum* verhalten sich *R.* spec., *malvaceum*, *sanguineum*, *Gordonianum* und *aureum*.

Der Fruchtknoten ist überall fast vollkommen unterständig, am wenigsten bei *R. nigrum*.

Die Blüten der Gattung *Ribes* sind morphologisch ziemlich einförmig. Stärkere Formunterschiede werden allein durch die Ungleichheit der Länge des Rezeptakulums bedingt. Die Beschreibung der Knospen von *R. malvaceum* hat nun gezeigt, daß dieses Merkmal, das die Differenzierung innerhalb einer engern Sippe (der Gattung) bedingt, also jedenfalls (von feinen Merkmalen, wie der soeben erwähnten Stellung der Kronblättchen, der Griffelform usw. abgesehen) das phylogenetisch zuletzt entstandene Blütenmerkmal darstellt, zugleich auch das ontogenetisch am spätesten angelegte ist.

---

9. Fritz Wille: Zur Biologie von Puccinia Arenariae (Schum.) Winter.

(Aus dem botanischen Institut der Unversität Bern.)

(Eingegangen am 20. Februar 1915.)

Unter dem Namen *Puccinia Arenariae* Winter wird eine *Leptopuccinia* auf zahlreichen Caryophyllaceen beschrieben. SYDOW führt z. B. in seiner Monographia Uredinearum 54 Wirtspflanzen an und KLEBAHN in seiner Bearbeitung der Pilze in der Brandenburgischen Kryptogamenflora deren 32. Es gibt wohl wenige unserer einheimischen Caryophyllaceen-Gattungen, in denen nicht auf einer oder mehreren Arten dieser Pilz beschrieben wurde.

Es lag daher der Gedanke nahe, zu prüfen, ob wir es hier mit einer oder mehreren biologischen Arten zu tun haben. Auf Veranlassung von Prof. Dr. ED. FISCHER habe ich es unternommen, auf diese Frage einzutreten.

Die Spezialisationsfrage wurde bei dieser Art bis jetzt noch wenig untersucht. KLEBAHN (l. c.) gibt davon folgende Zusammenstellung:

Nach DE BARY geht der Pilz von *Dianthus barbatus* L. nicht auf *Silene inflata* Sm. und *Melandrium rubrum* Garcke. Die Pilze auf *Stellaria holostea* L., *Stellaria media* Vill. und *Moehringia trinervia* Clairv. sind nach CORNU identisch. Ebenso übertrug WAGNER den Pilz von *Moehringia trinervia* Clairv. und *Malachium aquaticum* Fries auf *Stellaria media* Vill. — Die Sporenmessungen von KLEBAHN zeigten ziemliche Differenzen. Seine diesbezüglichen Befunde sind folgende:

Dianthus barbatus . . .	43—55 : 12—17 μ,
Stellaria holostea	34—47 : 14—17 μ,
Sagina procumbens . . .	30—55 : 12—17 μ,
Spergula arvensis . . .	30—42 : 11—18 μ.

Die Ausführung der Versuche bot ziemliche Schwierigkeiten. Die Natur des Pilzes als *Leptopuccinia* bedingte es, daß immer ganze Sporenlager auf möglichst junge Teile, vor allem auf austreibende Knospen gelegt werden mußten. Einzelne Sporenlager wurden mit der Schere aus Blättern ausgeschnitten, kurz in Wasser getaucht und auf die Knospen gebracht. Einige Vorversuche auf Objektträgern hatten nämlich gezeigt, daß große Feuchtigkeit eine Hauptbedingung für die Keimung sei. Aber trotz alledem blieben die Keimungs- resp. Infektionsresultate recht spärliche, indem immer nur wenige vereinzelte Sporenlager auftraten. Die Sporenlager erschienen meist nach drei Wochen; doch kamen hier große Schwankungen vor. Das Versuchsmaterial (Wirtsmaterial) stammte meist aus dem botanischen Garten in Bern[1]) oder aus der näheren Umgebung der Stadt. Es war so leicht möglich, die Standorte auf ihre Nichtinfektion zu beobachten, und es kam mir auch kein Fall vor, daß diese natürlichen Kontrollpflanzen sich als infiziert erwiesen. Von den meisten Arten standen auch immer mehrere Kontrollpflanzen zur ständigen Beobachtung in Töpfen im botanischen Garten. Auch diese zeigten sich bei Kontrolle frei von *Puccinia*.

Versuchsreihe I.

Sporenmaterial auf *Moehringia trinervia* Clairv. aus dem Auenwald bei Muri (Bern). Das Material keimte auf Objektträgern in der üblichen Zeit (2 Tage), und Basidiosporenbildung trat zahlreich ein. Infektion am 27. und 28. V.

1) Doch sei bemerkt, daß die Pflanzen auf ihre Bestimmungen hin nicht noch speziell verifiziert worden sind.

Unter den Versuchspflanzen, die 21 verschiedenen Arten angehörten, ergaben positive Resultate:

Arenaria serpyllifolia L. (Elfenau bei Bern): am 16. VI. einige wenige Sporenlager.

Dianthus deltoides L. (Botanischer Garten, Bern): am 15. VI. vereinzelte Lager.

Sagina nivalis Fr. (Botanischer Garten, Bern): am 16. VI. ein einziges Lager.

Sagina spec. (Rochefort): am 16. VI. mehrere vereinzelte Lager.

Stellaria aquatica Scop. (Lauterbrunnenthal): am 15. VI. verschiedene Lager (ca. 6) an einem Exemplar.

Versuchsreihe II.

Sporenmaterial auf *Moehringia trinervia* Clairv., gesammelt im kleinen Melchtal ob Sachseln. Gutes Keimen auf dem Objektträger. Infektion am 4. VI.

Von 10 zu den Versuchen benutzten Caryophyllaceenspezies ergaben ein positives Infektionsresultat:

Cerastium arvense ssp. *arvum* Correns (Elfenau bei Bern): am 24. VI. drei kleine Lager.

Stellaria aquatica Scop. (Lauterbrunnen): am 25. VI. ein kleines Lager.

Stellaria media Vill. (Bremgartenwald, Bern): am 28. VI. mehrere Lager.

Versuchsreihe III.

Sporenmaterial auf *Arenaria serpyllifolia* L. von einer Alp oberhalb Latterbach im Simmental. Keimungsversuche auf dem Objektträger waren positiv. Infektion am 3. VI. auf 2 verschiedenen Spezies.

Beide Infektionen gelangen:

Moehringia muscosa L. (Spiez.): am 18. VI. mehrere Lager.

Moehringia trinervia Clairv. (Bremgartenwald, Bern): am 20. VI. vereinzelte Lager.

Versuchsreihe IV.

Sporenmaterial von *Moehringia trinervia* Clairv. von Muri (Bern), wie in Reihe I. Die Keimung auf dem Objektträger gelang. Die Sporenlager wurden am 19. und 20. VI. auf die Versuchspflanzen aufgelegt.

Unter 30 benutzten Caryophyllaceenspezies ergaben die folgenden ein positives Infektionsresultat:

Dianthus deltoides L. (Botanischer Garten, Bern): am 1. VII. mehrere vereinzelte Lager.

Stellaria aquatica Scop. (Lauterbrunnental): am 28. VI. ein kleines punktförmiges Sporenlager.

Sagina saginoides (L.) Dalla Torre (Botan. Garten, Bern): am 26. VI. einzelne Lager.

Sagina nivalis Fr. (Botan. Garten, Bern): am 26. VI. wenige Lager.

Stellaria aquatica Scop. (St. Immer): am 26. VI. ein kleines Lager.

Moehringia muscosa L. (Spiez): am 6. VII. mehrere Lager.

Sagina spec. (Rochefort): am 6. VII. einzelne Lager.

Cerastium arvense ssp. *arvum* Correns. (Elfenau b. Bern): am 6. VII. zwei Lager.

Tunica prolifera (L.) Scop. (Eisenbahndämme, Basel): am 20. VII. zwei Lager.

Versuchsreihe V.

Sporenmaterial auf *Moehringia trinervia* Clairv. von Muri bei Bern. Vorkeimungsversuche wieder positiv. Infektion am 30. VI. und am 8. VII.

Unter 12 zum Versuche verwendeten Caryophyllaceenspezies erschienen Sporenlager bei:

Arenaria ciliata L. (Spitalmatte an der Gemmi): Infektion am 30. VI.: am 26. VII. zwei kleine Lager.

Stellaria graminea L. (Bremgartenwald bei Bern): Infektion am 30. VI.: am 29. VII. mehrere Lager.

Spergula arvensis L. (Botanischer Garten in Bern): Infektion am 8. VII.: am 26. VII. zwei Lager.

Stellaria uliginosa Murray (Bremgartenwald bei Bern): Infektion am 30. VI.: am 29. VII. mehrere Lager.

Versuchsreihe VI.

Sporenmaterial von *Melandrium dioecum* Schinz und Thellung vom Chasseral. Keimungsversuch positiv. Infektion am 13. VII.

Unter 41 benutzten Caryophyllaceenspezies ergaben die folgenden ein positives Infektionsresultat:

Melandrium dioecum Schinz u. Thellung (Rochefort): am 27. VII. mehrere Lager.

Lychnis Flos Cuculi Desr. (Elfenau bei Bern): am 29. VII. mehrere Lager.

Stellaria uliginosa Murray. (Bremgartenwald bei Bern): am 27. VII. wenige Lager.

Heliosperma alpestre Rchb. (Botanischer Garten, Bern): am 28. VII. mehrere Lager.

Dianthus Caryophyllus ssp. *silvester* Rouy u. Fouc. (Beatenbucht): am 27. VII. vereinzelte Lager.

Dianthus Carthusianorum L. (Basel): am 28. VII. wenige Lager.
Sagina spec. (Rochefort): am 28. VII. zwei Lager.

Am 30. Juli mußte die Kontrolle aller Versuchsreihen aufgegeben werden. Für Reihe VI war diese Zeit jedenfalls zu kurz; die relativ wenigen positiven Resultate sind z. T. hierin begründet.

Zusammenfassend wurden folgende positive Resultate erhalten:

Mit dem Pilz von *Moehringia trinervia* Clairv. gelang es mir auf folgenden Arten Infektionen hervorzurufen:

Stellaria aquatica Scop., *St. media* Vill., *St. uliginosa* Murray., *St. graminea* L., *Cerastium arvense* ssp. *arvum* Correns, *Sagina saginoides* (L.) Dalla Torre., *S. nivalis* Fr., *S.* spec. *Arenaria serpyllifolia* L., *A. ciliata* L., *Moehringia muscosa* L., *Moehringia trinervia* Clairv., *Spergula arvensis* L., *Tunica prolifera* Scop., *Dianthus deltoides* L.

Sporenmaterial von *Arenaria serpyllifolia* L. stammend infizierte:

Moehringia trinervia Clairv. und *Moehringia muscosa* L.

Sporenmaterial von *Melandrium dioecum* Schinz u. Thellung stammend infizierte die folgenden Arten:

Lychnis Flos cuculi Desr., *Heliosperma alpestre* Rchb., *Melandrium dioecum* Schinz u. Thellung, *Dianthus Carthusianorum* L., *D. Caryophyllus* ssp. *silvester* Rouy u. Fouc., *Stellaria uliginosa* Murray, *Saginia* spec.

Die Beweiskraft der negativen Resultate ist jedenfalls eine fragliche. In den Reihen I—V wurden zwar die meisten negativen Resultate mehrere Male erhalten; aber die Schwierigkeit der Infektion erheischt jedenfalls Vorsicht; daher haben wir auch die Pflanzen, auf denen das Ergebnis negativ war, nicht aufgeführt. So üppige Infektionen, wie man sie draußen in der Natur antrifft, erhielt ich höchstens in einem Falle und zwar bei *Stellaria aquatica* Scop.; sonst war das Auftreten der Sporenlager immer ein spärliches, d. h. ein, höchstens zwei Lager pro aufgelegtes Sporenlager.

Eine scharfe Spezialisation auf die verschiedenen Unterfamilien der Wirtsfamilie (Alsineen, Sileneen usw.) ist jedenfalls nicht vorhanden.

Die von anderen Autoren aufgestellte *Puccinia Spergulae* DC. ist wohl als besondere Art aufzugeben.

Damit soll aber nicht gesagt sein, daß *Puccinia Arenariae* Winter gar nicht spezialisiert sei; denn durch die von *Melandrium dioecum* stammenden Sporen schienen Sileneen zahlreicher infiziert zu werden, als durch die von *Moehringia trinervia* herrührenden und vice versa.

10. U. Friedemann und W. Magnus: Das Vorkommen von Pflanzentumore erzeugenden Bacterien im kranken Menschen.

(Mit Tafel IV.)

(Eingegangen am 20. Februar 1915.)

In einer Reihe von grundlegenden Untersuchungen gelang ERW. SMITH der Nachweis, daß gewisse eigentümliche Geschwulstbildungen der höheren Pflanzen durch Bacterien hervorgerufen werden. Anfangs aus den Tumoren von *Chrysanthemum frutescens*, später auch aus einigen anderen Pflanzen konnte er ein Bacterium (*B. tumefaciens*) reinzüchten und mit ihm erfolgreiche Impfungen auf den Ausgangspflanzen vornehmen, aber auch auf anderen systematisch oft sehr fernstehenden Pflanzen Tumore hervorrufen. — Letzthin (1912) glaubt er weiter den Nachweis erbracht zu haben, daß sekundäre von der Infektionsstelle etwas entfernt entstehende Tumore dadurch zustande kommen, daß von den primären Tumoren aus kranke, dünne Gewebestränge (Tumorstrand) das dazwischen liegende gesunde Gewebe durchwachsen. Dies würde eine bemerkenswerte Ähnlichkeit zu den Wuchsverhältnissen tierischer Krebsgeschwülste bedeuten. — So lag der Gedanke nahe, ob nicht das gleiche, für höhere Pflanzen anscheinend fast omnipathogene Bacterium auch imstande wäre, am tierischen Körper Geschwulstbildungen hervorzurufen. Von SMITH mit Fischen und Fröschen angestellte Infektionsversuche hatten jedoch keinen Erfolg. Da aber SMITH bei seinen Bacterienstämmen die Maximaltemperatur des Wachstums bei etwa 36,5 ° C gefunden hatte, glaubte er davon absehen zu können, Infektionsversuche bei Warmblütlern anzustellen.

Diese Frage erforderte eingehendere Behandlung, als U. FRIEDEMANN zusammen mit BENDIX und HASSEL in einem Fall von eitriger Gelenkentzündung und in 3 Fällen von eitriger Meningitis cerebrospinalis Bacterien auffanden, die sich morphologisch, kulturell und besonders auch durch die spezifische Serumreaktion nicht von bestimmten Stämmen des *Bacterium tumefaciens* unterscheiden ließen. — Diese zur Vergleichung dienenden Stämme waren erstens ein von JENSEN, Kopenhagen, herrührender Stamm, der in der Berliner Kgl. Charité kultiviert wird, und zweitens ein von GÜSSOW

aus Hopfentumoren isolierter Stamm, der seit Juli 1913 in der Kaiserl. Biolog. Reichsanstalt in Dahlem kultiviert wird. Beide Stämme schienen nach eingehenderen Untersuchungen zwei Typen darzustellen, die sich durch die Agglutinationsreaktion deutlich von einander unterscheiden ließen. Beide waren auch in den menschenpathologischen Fällen unterscheidbar.

Es ließ sich zeigen, daß in der Tat auch einer *von den pflanzenpathogenen Stämmen* (Reichsanstalt), wenn auch *im warmblütigen Tier* nicht erkennbar tumorerregend, so doch stark tierpathogen ist. Hierdurch unterscheidet sich dieser Stamm von *Bacterium tumefaciens*, soweit bekannt, von allen übrigen als Pflanzenparasiten auftretenden Bacterien (vgl. SMITH: Bacteria Bd. I, S. 88 und II, S. 181). Der Nachweis der vollständigen Identität der Stämme wäre aber erst erbracht, wenn sich auch die ursprünglich tierpathogenen Stämme pflanzenpathogen und speziell tumorerregend erwiesen. Bei unseren dahin zielenden Infektionsversuchen (FRIEDEMANN u. MAGNUS 1915) hatte sich jedoch ergeben, daß zwar mit den aus Pflanzentumoren isolierten Stämmen „Reichsanstalt“ und „Jensen“ sowohl im Sommer auf wachsenden Zuckerrüben, *als auch noch im Winter auf Zuckerrübenscheiben* reichlich Tumorbildung hervorgerufen werden konnte, diese aber bei den aus dem Menschen isolierten Stämmen völlig ausblieb.

Dieser Befund ließ zwei Deutungen zu; es könnte sich bei diesen Stämmen um ähnliche Verhältnisse, wie sie in der Gruppe der Paratyphusbacterien vorliegen, handeln, die eine ganze Reihe in ihrer Tierpathogenität sehr verschiedene durch ihre spezifischen Reaktionen aber bisher nicht zu trennende Arten umfaßt. Es könnte sich aber auch um eine starke Veränderlichkeit in der Aktivität der Stämme von *Bacterium tumefaciens* handeln, wie sie schon SMITH bei seinen Kulturen aufgestoßen war. — Es war aber stark *mit der Möglichkeit* zu rechnen, daß *Bact. t.* bei einer Passage durch den menschlichen Körper in ähnlicher Weise seine Pflanzenpathogenität einbüßt, wie bekanntlich häufig die Virulenz für eine bestimmte Tierart durch Passage durch eine andere verloren geht. Es wurde daher der Stamm „Reichsanstalt“ in wiederholter Passage durch den Kaninchenkörper geschickt. Bei Impfung auf Zuckerrübenschnitte hatte der Stamm in der Tat seine tumorerzeugende Kraft erheblich vermindert.

Da also auch ein ursprünglich nachweisbar stark pflanzenpathogener Stamm bei Passieren der Blutbahn in seiner Tumor erzeugenden Kraft Einbuße erfährt, mußte unser Ziel darauf gerichtet sein, tierpathogene Stämme zu isolieren, die vielleicht noch nicht

die Blutbahn passiert hätten, und so vielleicht doch noch Tumore zu erzeugen imstande sind.

In der letzten Zeit gelang es FRIEDEMANN in drei verschiedenen Fällen menschenpathogene Stämme zu isolieren, bei denen die Möglichkeit vorliegt, daß sie die Blutbahn noch nicht passiert haben. In diesen 3 Fällen wurde aus dem Stuhl bei schweren und eigenartigen Darmerkrankungen ein Bacterium isoliert, daß sich wiederum in allen wesentlichen Eigenschaften als zu der *B.-tumefaciens*-Gruppe gehörig erwies. Im Falle „Fichte" handelt es sich um eine ulceröse (geschwürige) Vereiterung des Dickdarms einer erwachsenen Frau, im Falle „Prill" um eine tuberkulöse, ulceröse Darmerkrankung eines Säuglings, im Falle „Peil" um den Stuhl eines Soldaten, der mit choleraverdächtigen Erscheinungen eingeliefert wurde. In diesem Fall kann man fast von einer Reinkultur unseres Bacteriums in dem Stuhle sprechen. Über die näheren klinischen Einzelheiten dieser Fälle wird an anderer Stelle berichtet werden, ebenso über die relativ leichte Diagnostizierung des Bacteriums. Nur mag schon hier darauf hingewiesen werden, daß es sich keineswegs häufig bei Darmerkrankungen vorfindet. In dem daraufhin geprüften Stuhl von vielen hundert Soldaten aus dem Osten war es nur in dem einen Falle „Peil" vorhanden.

Hier soll besonders über die fortgesetzten Versuche berichtet werden, die MAGNUS über die tumorerzeugende Fähigkeit der verschiedenen pflanzen- und tierpathogenen Stämme an Pflanzen anstellte. — Neben den schon früher untersuchten Stämmen, die aus Pflanzentumoren isoliert sind, nämlich „Reichsanstalt" und „Jensen", wurde vergleichsweise noch ein weiterer von KRAL bezogener Stamm untersucht, der von ERW. SMITH aus *Chrysanthemum frutescens* isoliert ist und KRAL von JENSEN (Kopenhagen) übergeben war. (Stamm „Kral".)

Als vierter Stamm wurde der durch die Blutbahn des Kaninchens gegangene Stamm „Reichsanstalt" untersucht („Passagestamm"). Von tierpathogenen Stämmen lagen fünf zur Untersuchung vor: die schon früher isolierten Stämme „Tägner" und „Schmidt" und die neuisolierten „Fichte", „Peil" und „Prill".

Eine erste Reihe von Versuchen wurde am 7. 1. 1915 mit 3 Tage alten Bacterienkulturen angestellt, die bei 37 ° C auf Nähragar erwachsen waren. — SMITH hatte bei allen von ihm isolierten Stämmen Reaktionen bei der wachsenden Zuckerrübe und den rasch wachsenden Trieben von *Chrysanthemum frutescens* erhalten, die er deswegen zur Diagnose empfiehlt. Da letztere nicht in geeigneter Weise zur Verfügung standen, wurde in einem Versuch

mit der schon in der früheren Mitteilung näher beschriebenen Methode etwa 1 cm dicke Schnitte der Zuckerrübe verwendet. die in großen mit feuchtem Fließpapier ausgekleideten PETRIschalen mit der morphologischen Oberseite nach oben bei Zimmertemperatur aufbewahrt wurden. Sie wurden infiziert, indem je 3 Ösen der Bacterien in wenig Wasser suspendiert und dann über die obere Schnittfläche verteilt wurden. — Am 20. 1. waren bei den Stämmen „Kral“, „Reichsanstalt“ und „Jensen“ deutlich die Höckerchen der Gewebeneubildungen über die Schnittfläche, besonders auf den Gefäßbündelringen, hervorgesproßt, während bei den Kontrollexemplaren, ebenso wie bei allen übrigen Stämmen, also auch „Passage“ kaum eine geringe Calluswucherung vorhanden war. Am 27. 1. waren die Wucherungen der pflanzenpathogenen Stämme zu großen Tumoren herangewachsen, während Kontrolle, ebenso wie auch alle tierpathogenen Stämme und „Passage“ tumorfrei sind. Nur der Stamm „Schmidt“ wies an einem sehr nahe dem Wurzelhals geführten Schnitte vielleicht an einigen Stellen eine gegen die übrigen geförderte Callusbildung auf. Am 3. 2. hatten sich die Verhältnisse bis auf das Wachstum der Tumore nicht geändert, jedoch zeigte jetzt der Passagestamm drei ganz kleine aber deutliche Tumore. Eine weitere Veränderung, insbesondere ein weiteres Wachstum bei „Schmidt“ und „Passage“ trat nicht ein, und das Gewebe begann bald abzusterben, wie sich in der Mitte der am 13. 2. aufgenommenen Photographie von „Kral“-infection erkennen läßt. (Taf. IV, Abb. 6.) Der Versuch bestätigt also unsere früheren Ergebnisse: durch die pflanzenpathogenen Stämme von *Bacterium tumefaciens* kann auch an Schnitten durch ruhende Rüben im Winter reichliche Tumorbildung angeregt werden. Der Passagestamm hat durch das Hindurchgehen durch die Blutbahn seine tumorerzeugende Fähigkeit fast völlig verloren. Die schon früher untersuchten ebenso, wie die neu isolierten tierpathogenen Stämme haben unter den gegebenen Bedingungen keine tumorbildende Fähigkeit, nur der Stamm „Schmidt“ scheint vielleicht verdächtig[1]).

Neben diesem Versuch mit Zuckerrüben waren gleichzeitig Probeversuche mit einer Anzahl anderer Pflanzen angestellt worden, da immerhin die Möglichkeit nicht ausgeschlossen schien, geeignetere

1) Das Ergebnis wurde durch eine weitere am 15. 2. im Warmhaus angesetzte Versuchsreihe bestätigt, in der nach 8 Tagen alle pflanzenpathogenen Stämme (auch der Stamm Charitée s. unten) den Beginn der Tumorbildung aufwiesen. „Passage“ ebenso wie sämtliche tierpathogenen Stämme blieben hier dauernd *tumorfrei*.

Versuchsobjekte zu finden, sowohl in ihrer Reaktionsfähigkeit überhaupt, als vielleicht speziell gegenüber einem oder dem anderen tierpathogenen Stamm. — Von den Pflanzen, bei denen schon SMITH eine Tumorbildung erhalten hatte, wurden Oleander, Kartoffel und *Pelargonium* gewählt. Auf letztere Pflanze wurde deshalb von vornherein große Hoffnung gesetzt, weil häufiger spontan an ihr größere Tumorbildungen auftreten (MAGNUS 1915). Von anderen untersuchten Pflanzen mag hier nur noch *Fuchsia* erwähnt sein.

Diese Versuche wurden am 7. 1. im Warmhaus angestellt. — Von *Pelargonium* wurden guttreibende Pflanzen sowohl einer grünen, als einer weißrandigen Varietät benutzt. Sie wurden mit „Kral", „Reichsanstalt" und „Passage" geimpft, indem die Bacterienmassen unverdünnt in die jungen wachsenden Knospen mittels einer flachen Präpariernadel hineingestochen wurden. Zuerst am 21. 1. wurden an weißrandigen Exemplaren, die mit „Reichsanstalt" und „Jensen" infiziert waren, an allen infizierten Knospen kleine Tumore aufgefunden. Es waren besonders die jungen, zu beiden Seiten des Blattgrundes sitzenden Nebenblätter, welche vielfach zu einer kugeligen Gewebemasse angeschwollen waren. Am Stengel zeigte sich die Zone rings um die Einstichstelle verdickt, die Wundränder hatten sich nach außen gekrümmt und aus der Wunde drang eine wie weiß bestäubte Zellmasse hervor. — An der weißrandigen Kontrollpfanze ließ sich jetzt und ebenso nicht in der Folge eine Spur einer Tumorbildung entdecken. Während an den mit den gleichen Stämmen geimpften grünen Pflanzen noch nichts zu sehen war, ließen sich die ersten Andeutungen einer Tumorbildung auch bei einer mit „Kral" geimpften grünen Pflanze erkennen. Keine Neubildungen traten jetzt und auch nicht in der Folge auf bei grünen mit „Passage"[1]) geimpften Pflanzen, ebensowenig bei grünen in gleicher Weise verletzten Kontrollpflanzen. — Erst am 27. 1. ließ sich der Anfang der Tumorbildung bei den mit „Reichsanstalt" und „Jensen" geimpften ziemlich schwachwüchsigen grünen Exemplaren erkennen. Zu dieser Zeit waren die Tumore, deren Beginn am 21. 1. beobachtet war, gewaltig herangewachsen. Den Stengeln sitzen jetzt bis 2 cm breite Geschwülste mit runzliger Oberfläche auf. Der Endteil des Stengels ist vielfach zu einer großen Geschwulst deformiert, an deren Bildung sich in gleicher Weise Stengel und junge Blattanlagen beteiligen (Abb. 2).

1) Weißrandige Pflanzen waren mit „Kral" und „Passage" nicht geimpft worden.

LIBRARY

Aus ihnen sprossen öfters Knospen mit angeschwollenen oder auch sonst stark deformierten Blättern hervor, die aber zumeist bald im Wachstum aufhören und absterben. Auf sonst nicht deformierten Blättern entstehen außer größeren Geschwülsten vielfach kleine Neubildungen in Form von durchscheinenden perlen- und hörnchenartigen Erhebungen auf Stiel und Spreite. Diese können sich auch in unmittelbarer Nachbarschaft der großen Geschwülste am Stengel bilden (Abb. 2 am Stengel unterhalb der oberen Geschwulst), andererseits wurden sie auch späterhin häufig als erstes Anzeichen der erfolgreichen Infektion vor der eigentlichen Bildung der großen Tumore beobachtet; sie rühren vermutlich von der Infektion ganz oberflächlicher Zellen her. Die großen Stengelgeschwülste zeigten etwa bis zum 5. 2. ein immer mehr nachlassendes Wachstum; bald begannen sie hier und da einzutrocknen, nachdem schon vielfach die über ihnen am Stengel stehenden Blätter vergangen waren. — Die Entwicklung der später entstandenen Tumore der grünen Pflanzen verlief völlig entsprechend, nur setzten die Stengel dieser erheblich robusteren Varietät ihr Längenwachstum über den Tumoren in zumeist ganz normalen Knospen fort.

Durch diese Versuche ist also in *Pelargonium* sowohl in seiner grünen als besonders in seiner weißen Varietät eine Pflanze aufgefunden, deren schnelle und ausgiebige Reaktion gegenüber *Bacterium tumefaciens Chrysanthemum frutescens* fast noch übertrifft und durch ihre leichte Besehaffung und Anzucht ein stets brauchbares Matarial zur Untersuchung liefert.

Es wurde deshalb auch sogleich in einer 2. Versuchsreihe am 24. 1. die Wirkung der tierpathogenen Stämme auf weißrandige gut wachsende Pelargonien im Warmhaus untersucht. Die Pflanzen wurden mit den 2 Tage alten, bei Bruttemperatur erzogenen 5 tierpathogenen Stämmen und dem Passagestamm geimpft, während die gleichzeitige Impfung anderer Pflanzen mit „Kral", „Reichsanstalt" und „Jensen" sowohl mit Kulturen vom 5. 1., die bei Zimmertemperatur aufbewahrt worden waren, als mit am 15. 1. übergeimpften Bacterienkulturen erfolgte. — Am 3. 2. also nach 10 Tagen wurden zuerst die sehr deutlichen Anzeichen einer Tumorbildung (Anschwellen der Nebenblättchen) bei dem mit „Fichte" infizierten Exemplar an sämtlichen 5 geimpften Stengeln aufgefunden — also bei einem tierpathogenen Stamm. Diese Tumore wuchsen sehr schnell heran, anfangs schneller als die der pflanzenpathogenen Stämme, welche zuerst am 4. 2. bei sämtlichen „Pflanzen"stämmen beobachtet wurden. Hingegen zeigten dauernd keine Spur einer

Reaktion wiederum der „Passage"stamm und die übrigen tierpathogenen Stämme „Tägner", „Schmidt", „Peil" und „Prill". (Abb. 1.)

Zur Bestätigung dieses Versuchsresultats wurde am 7. 2. eine dritte Versuchsreihe wiederum mit Pelargonien, sowohl mit weißrandigen als mit grünen, angestellt, die sich im Warmhaus bei reichlicher Wasserzufuhr unter ganz besonders günstigen Wachstumsverhältnissen befanden. Die Bacterienkulturen waren 2 Tage bei Bruttemperatur erzogen. Jetzt wurden die ersten Anzeichen der erfolgreichen Infektion schon am 13. 2., also nach 6 Tagen an den grünen Pelargonien und am folgenden Tage auch bei den weißbunten, außer bei sämtlichen pflanzenpathogenen Stämmen nur noch bei „Fichte" aufgefunden, bei dem sich die Tumore in der Folge wieder sehr schnell entwickelten. Der „Passagestamm" ebenso wie alle übrigen tierpathogenen Stämme blieben jetzt und in der Folge vollkommen gesund. —

Ehe mit einigen Worten auf die Bedeutung des durch diese Versuche geführten Nachweises, daß ein aus dem kranken Menschen gezüchtetes Bacterium spezifisch pflanzenpathogen ist, indem es auf Pflanzen charakteristische krebsartige Neubildungen hervorzurufen vermag, eingegangen werden soll, mag kurz über die Resultate der am 7. 1. mit anderen Pflanzen angestellten Versuche und über einige spätere berichtet werden.

Die Kartoffelpflanzen waren am 7. 1. mit allen zur Verfügung stehenden Stämmen bei einer Sproßhöhe von etwa 5 cm in die Knospe geimpft worden. Sie schossen im Warmhaus sehr in die Länge, wobei sich die ziemlich tiefen Wunden sehr auseinanderzogen und ohne Callusbildung verheilten. Zuerst am 28. 1. wurde beobachtet, wie aus den Wundnarben ein wie mit Schorf bedecktes Gewebe hervorbrach und zwar bei allen pflanzenpathogenen Stämmen und außerdem bei „Fichte" und „Schmidt" (Fig. 3), während der Passagestamm und die übrigen tierpathogenen Stämme weder jetzt noch in der Folge solche Bildungen aufwiesen. Die von den pflanzenpathogenen Stämmen hervorgerufenen Tumore wuchsen beträchtlich heran und neue Geschwülste durchbrachen hier und da die Rinde. Bei „Schmidt" und „Fichte" hörten sie bald in ihrem Wachstum auf. — Etwas schneller und ausgiebiger reagierten in einer 2. Versuchsreihe im Warmhaus erzogene Kartoffelpflanzen, die am 2. 2. bei einer Höhe von etwa 20 cm in die Knospe geimpft wurden. Hier traten schon nach 15 Tagen bei allen pflanzenpathogenen Stämmen und in gleicher Weise bei „Fichte" sehr prägnante Tumore auf, die auf Stengel und Blatt z. T. die Form wasserheller, perlenförmiger Erhebungen hatten.

Während wieder „Kontrolle", „Passage", „Tägner" und „Prill" völlig reaktionslos blieben, zeigte diesmal neben „Schmidt" auch „Peil" deutliche, wenn auch gegenüber den anderen schwache, Tumore. (Abb. 4.) — Eine interessante Form der Geschwulstbildung läßt sich an der Kartoffelpflanze erzielen, wenn die Bacterien auf die Schnittfläche abgeschnittener Stengel geimpft werden, wie dies am 25. 1. mit den pflanzenpathogenen Stämmen und „Passage" geschah. Am 15. 2. hatte sich bei allen pflanzenpathogenen Stämmen eine etwa einen halben Zentimeter dicke von der Schnittfläche nach unten reichende Stengelanschwellung gebildet, während die Kontrollstengel ebenso, wie „Passage" keinerlei Neubildungen aufwiesen, vielmehr die Schnittflächen abzutrocknen begannen. (Abb. 5.)

Die etwa 15 cm hohen im Wachstum begriffenen Oleanderstecklinge wurden mit allen Stämmen am 7. 1. in die Knospen geimpft. Am 4. 2. sind an allen mit pflanzenpathogenen Stämmen geimpften Knospen deutliche Tumore vorhanden, während „Passage" und alle tierpathogenen Stämme vollständig frei sind. Am 12. 2. haben sich bei den mit „Kral" infizierten Stengeln eine ganze Reihe von sekundären Tumoren an dem Internodium gebildet, welches unterhalb des durch die Infektionsstiche verletzten Internodiums gelegen ist. — Eine am 7. 2. mit sehr gut wachsenden Oleanderstecklingen angestellte zweite Versuchsreihe ergab die gleichen negativen Resultate für alle[1]) tierpathogenen Stämme und „Passage", während jetzt der positive Erfolg bei „Kral" schon nach neun Tagen deutlich hervortrat.

Die sehr dünnen, im Treibhaus rasch wachsenden Zweige von *Fuchsia* waren mit den pflanzenpathogenen Stämmen, mit „Passage" und mit „Fichte" in die Knospe geimpft worden. Nach etwa 3 Wochen hatten sich bei den pflanzenpathogenen Stämmen an allen durch den Einstich entstandenen Wunden, sowohl auf dem Stengel, wie auf den Blättern Tumore gebildet. Mitte Februar entwickelte sich auf einem solchen in der Mitte des Internodiums entstandenen Tumor eine Adventivknospe. Die Kontrolle ebenso wie „Passage", und „Fichte" zeigten keinerlei Tumorbildung. — Am 25. 1. wurden junge Knospen der Weide infiziert, die sich auf mit der Basis in Wasser gestellten Zweigstücken entwickelt hatten. Sie wurden im Treibhaus weiter kultiviert, und die jungen hellgrünen Zweige erreichten bald eine Länge von über 20 cm. 10 Tage später am 4. 2. wurden zuerst bei den mit „Jensen" geimpften Zweigen an den Wundstellen anfänglich durchscheinende,

1) Bei „Fichte" traten späterhin geringe Geschwulstbildungen auf.

hellgrüne, perlenförmige Geschwülste beobachtet. Im Laufe der nächsten Tage traten sie dann auch bei „Kral“ und „Reichsanstalt“ auf, während Kontrolle und „Passage“ vollkommen tumorfrei blieben. Mit den tierpathogenen Stämmen waren Versuche nicht angestellt worden. — Die Geschwülste wurden später undurchsichtig und weiß. Sie trockneten entweder bald ein, oder entwickelten sich zu großen fast kugelrunden weißen Tumoren von über 1 cm Durchmesser. —

Die bisherigen Impfversuche mit den verschiedenen Stämmen von *Bacterium tumefaciens* haben zu einer Reihe von bemerkenswerten Tatsachen geführt. Sie geben vorerst die Bestätigung der von ERW. SMITH entdeckten Omnivorie des Bacteriums gegenüber den verschiedensten höheren Pflanzen, bei denen sie an wachsenden Pflanzenteilen Tumore mannigfacher Art zu erzeugen vermögen. Als besonders günstiges Untersuchungsobjekt erwies sich *Pelargonium*. Aber auch auf Schnitten durch die ruhende Zuckerrübe lassen sich sehr schnell charakteristische Tumore erziehen. — Während bisher alle Pflanzentumore erzeugenden Stämme von *Bacterium tumefaciens* aus Pflanzentumoren selbst gezüchtet waren, konnte hier gezeigt werden, daß ein im kranken Menschen auftretendes Bacterium (eitrige Darmerkrankung), das sich nach seinem ganzen kulturellen und serologischem Verhalten von dem aus Pflanzentumoren isolierten Stämmen nicht unterscheiden läßt, auch auf gewissen Pflanzen (*Pelargonium*) typische und ergiebige Tumorbildung hervorzurufen vermag. Dies scheint der erste Fall zu sein, daß ein Bacterium oder ein anderer Parasit gleichzeitig typisch tier- und pflanzenpathogen ist. Damit ist zugleich eine Ansteckungsmöglichkeit zwischen Pflanze und Mensch wenigstens für diesen Stamm erwiesen. — Die Omnivorie dieses Bacteriums erstreckt sich also noch weit über die Gruppe der höheren Pflanzen hinaus. — Da sich auch die übrigen aus dem kranken Menschen isolierten Stämme in ihrem kulturellen und serologischen Verhalten nicht unterscheiden lassen, ist aber auch anzunehmen, daß auch die mit dem aus meningitisartiger Erkrankung isolierten Stamm „Schmidt“ auf Pflanzen (Zuckerrübe und Kartoffel) hervorgerufenen geringeren Wucherungen als eine bacterielle Wirkung anzusehen sind, ebenso wie solche mit dem gleichfalls bei schwerer Darmerkrankung isolierten Stamm „Peil“ an der Kartoffel entstandenen. Bei den übrigen Stämmen ist die tumorerzeugende Kraft dagegen unter den gegebenen Bedingungen jedenfalls nicht fähig sich zu dokumentieren, aber sehr wahrscheinlich latent vorhanden. — Diese Auffassung wird durch die Tatsache bestätigt, daß es durch

wiederholte Tierpassage gelang, bei einem aus Pflanzentumoren isolierten stark tumorerzeugenden Stamm die tumorerzeugende Fähigkeit für die Zuckerrübe fast ganz, für die übrigen untersuchten Pflanzen völlig zu unterdrücken.

Während der tierpathogene Stamm „Fichte“, ebenso wie der Ausgangsstamm „Reichsanstalt“, auf *Pelargonium* reichliche Tumorbildung hervorruft, vermag dies nicht mehr der durch die Blutbahn gegangene Stamm „Reichsanstalt“, d. i. der „Passagestamm“. — Einen weiteren Beweis für die latente Tier- und Pflanzenpathogenität aller *B.-t.*-Stämme bildet die Tatsache, daß, wie schon früher gezeigt wurde, auch ein aus Pflanzentumoren isolierter Stamm stark tierpathogen ist und sich neuerdings ein weiterer als tierpathogen erwies (s. unten).

Alle bisher angeführten Erscheinungen lassen erkennen, daß *B. t.* in seinen physiologischen Eigenschaften großen Veränderungen unterworfen ist. Schon SMITH hatte auf die ungleiche Virulenz der aus Pflanzentumoren isolierten Stämme für verschiedene Pflanzen und auf ihre Veränderlichkeit bei Kultur auf künstlichen Medien hingewiesen. Hier haben wir in „Fichte“ einen tierpathogenen Stamm kennen gelernt, der in unsern Versuchen bei *Pelargonium* ausgiebig Tumore zu erzeugen vermag, sich aber gegenüber der der *B.-t.*-Infektion sonst sehr geneigten Zuckerrübe refraktär verhält. Hingegen zeigt der Passagestamm ausschließlich gegenüber Zuckerrübe schwache Pathogenität, während sein Ausgangsstamm bei vielen Pflanzen Tumore zu erzeugen vermag. —

Eine ähnliche große Wandlungsfähigkeit, man könnte sagen Proteusnatur, hat sich nun auch im Laufe unserer Untersuchungen in anderer Beziehung herausgestellt, die hier in Ergänzug unserer früheren Mitteilungen kurz erwähnt sein mögen. Es wurde in diesen auf die Unterschiede in dem agglutinatorischen Verhalten hingewiesen, die sich zwischen den Stämmen „Reichsanstalt“ und „Tägner“ einerseits und „Schmidt“ und „Jensen“ andererseits ergeben hatten. Es haben sich nun die Stämme „Schmidt“ und „Jensen“ inzwischen in der Kultur soweit verändert, daß ein „Tägner“immunserum nunmehr sämtliche zur Untersuchung vorliegende pflanzen- und tierpathogenen Stämme agglutiniert. Ebenso agglutiniert jetzt auch das „Schmidt“-immunserum den Stamm „Tägner“. — Eine starke Veränderung in kultureller Beziehung ist bei dem Stamm „Jensen“ hervorgetreten. Während in den von uns verwendeten Kulturen er sich nicht durchaus mit der von SMITH gegebenen Beschreibung identifizieren ließ, stellte sich jetzt

heraus, daß der in der Kgl. Charitee aufbewahrte Stamm[1]), von dem „Jensen" eine Subkultur war, sich in seinem kulturellen Verhalten mit der SMITHschen Beschreibung deckt, außer etwa in seinem gutem Wachstum bei Bruttemperatur. Hierin stimmt er übrigens überein mit einem von KELLERMANN aus Wurzeltumoren von *Medicago sativa* isolierten Bacterienstamm.

Während anfänglich der Stamm „Jensen" nicht tierpathogen war, ist er es in der letzten Zeit geworden, möglicherweise durch die fortgesetzte Kultur auf Nähragar bei Bruttemperatur. — Es wird durch Isolierung der Bacterien aus den durch „Fichte" erzeugten Tumoren zu untersuchen sein, ob diese Bacterien durch Pflanzenpassage weitere pflanzenpathogene Eigenschaften für andere Pflanzen angenommen haben. —

Es wäre aber wohl verfehlt aus den stark pathogenen Eigenschaften von *B. t.* für Pflanzen und Tiere zu schließen, daß sein Vorkommen in der Natur und sein Wachstum auf lebende Zellen beschränkt ist. Die leichte Kultur und sein üppiges Wachstum auf mannigfachen organischen und anorganischen Nährböden spricht entschieden dafür, daß es auch noch sonst z. B. im Ackerboden (vgl. KELLERMANN) seine Existenzbedingung findet und vermutlich eine weite Verbreitung besitzt. Wann und unter welchen Umständen es als pflanzen- und menschenpathogener Parasit aufzutreten vermag, das müssen erst weitere Untersuchungen lehren. Bei Pflanzen scheint das Eindringen in eine frische Wunde eine wesentliche Voraussetzung der Bacterienwirksamkeit zu sein, und die Tumorbildung in irgendeiner Beziehung zur Wundgewebebildung zu stehen. Auch dieses müssen aber erst weitere spezielle Untersuchungen klar stellen, ebenso die Frage entscheiden, ob wirklich sekundäre Tumore durch Herüberwachsen von Krebsgeweben (tumorstrand) hervorgerufen werden, da die von SMITH hierfür beigebrachten Abbildungen noch keine sichere Entscheidung zulassen. Jedenfalls bietet auch eingehenderes Studium dieser an so verschiedenartigen Pflanzen durch den gleichen Parasiten hervorgerufenen Gallbildungen die Möglichkeit, tiefer in die die Pflanzengeschwülste bedingenden Ursachen einzudringen (vgl. MAGNUS 1914).

Über die zunächst liegende Frage, welche sowohl theoretisch, wie praktisch von größter Bedeutung ist, ob nicht auch dieses merkwürdige Bacterium mit den Krebsgeschwülsten des Menschen und der Tiere in Verbindung zu setzen ist, vermögen wir vor-

1) Es ergaben übrigens die mit dem Stamm „Charitee" vorgenommenen Pflanzeninfektionen die gleichen positiven Resultate, wie die übrigen pflanzenpathogenen Stämme.

läufig noch keine Antwort zu geben. Es ist bekannt, daß auf Grund der statistischen Daten, daß der Krebs bei der mit landwirtschaftlichen Verrichtnngen beschäftigten Bevölkerung besonders häufig und an einzelnen Orten endemisch ist, öfters Versuche unternommen worden sind, diese oder jene Pflanzenkrankheit, die mit dem Menschenkrebs äußerliche Ähnlichkeit hatte, mit ihm in Verbindung zu setzen. Diesen vagen Hypothesen gegenüber hätte es allerdings eine viel größere Berechtigung diesem proteusartigen Bacterium, das im Menschen so verschiedenartige Krankheitsbilder hervorruft, auch zuzutrauen, daß er ganz wie an der Pflanze an vielleicht wunden oder sonstwie dauernd gereizten Stellen Neubildungen krebsartiger Natur auch an tierischen Geweben hervorzurufen vermag. Versuche auch in dieser Richtung werden von uns angestellt.

Literatur.

R. BEHLA, Die pflanzenparasitäre Ursache des Krebses und die Krebsprophylaxe. Berlin 1903.

U. FRIEDEMANN, BENDIX u. HASSEL, Der Pflanzenkrebserreger *Bacterium tumefaciens* als Erreger menschlicher Krankheiten. Zeitschrift für Hygiene u Infektionskrankheiten. 1915.

U. FRIEDEMANN und W. MAGNUS, Die Tumorbildung an Pflanzen. Ebenda 1915

K. F. KELLERMANN, The relation of Crowngall to legume inoculation. U. S Dep. of Agric. Bur. of Plantindust. Circ. 76. 1911.

WERNER MAGNUS, Die Entstehung der Pflanzengallen, verursacht durch Hymenopteren. Jena 1914.

WERNER MAGNUS, Der Krebs der Pelargonien. Gartenflora 1915.

ERW. F. SMITH, Bacteria in relation to plant diseases. Vol. I, 1905, Vol. II 1911. Washington Carneg. Instit. Publicat. 27.

ERW. F. SMITH, N. A. BROWN und C. O. TOWNSEND Crown-Gall of Plants its cause and remedy. U. S. Dep. of Agric. Bur. of Plantindustr. Bullet 213, 1911.

ERW. F. SMITH und L. MCCULLOCH, The structure and development of crown gall: a plant cancer. ebenda Bullet. 255, 1912.

Erklärung der Tafel IV.

Abb. 1. Weißrandiges *Pelargonium*, geimpft mit tierpathogenem Stamm „Fichte“ am 24 1. Photogr. 15. 2.

Abb. 2. Weißrandiges *Pelargonium*, geimpft mit pflanzenpathogenem Stamm „Jensen“ 7. 1. Photogr. 5. 2.

Abb. 3. Kartoffel, geimpft am 7. 1. mit tierpathogenem Stamm „Schmidt“ Photogr. 5. 2.

Abb. 4. Kartoffel geimpft am 2. 2. mit tierpathogenem Stamm „Peil“ Photogr. 19. 2.

Abb. 5. Kartoffel geimpft in Stengelstumpf am 25. 1. mit pflanzenpathogenen Stamm „Jensen“. Photogr. 18. 2.

Abb. 6. Schnitt durch eine Zuckerrübe, geimpft am 7. 1. mit pflanzenpathogenem Stamm „Kral“. Photogr. 13. 2.

11. A. Ursprung: Zur Demonstration der Blasenbildung in Wasser von verschiedenem Luftgehalt.

(Mit 1 Textabbildung.)

(Eingegangen am 24. Februar 1915.)

Das von mir in diesen Berichten[1]) angegebene Verfahren zur Demonstration der Flüssigkeits-Kohäsion läßt sich noch am ehesten mit den Verhältnissen vergleichen, die nach der Kohäsionshypothese beim Wasseraufstieg in den Bäumen verwirklicht sein sollen; es kann daher speziell bei der Behandlung des Saftsteigens Dienste leisten. Bei demselben Anlaß muß auch die Bedeutung des Luftgehaltes des Wassers besprochen werden und eine bequeme Vorrichtung znr Demonstration dürfte daher ebenfalls wünschenswert sein. Nun habe ich in dem erwähnten Aufsatz gezeigt, daß mit meinem Kohäsions-Apparat die Bedeutung des Luftgehaltes deutlich veranschaulicht werden kann; immerhin ist das Auskochen der Filterkerze und das nachherige Neufüllen mit lufthaltigem Wasser doch etwas umständlich und zeitraubend. Ich bediene mich daher einer einfacheren Versuchsanordnung, die im Folgenden kurz beschrieben werden soll.

Ein kapillares Heberrohr verbindet zwei nicht zu dünnwandige Flaschen, die sich ohne Schaden evakuiren und schwach erwärmen lassen müssen (Abb. 1). Jede Flasche ist mit einem doppelt durchbohrten Gummistopfen verschlossen, dessen eine Bohrung den Heber aufnimmt, während die andere durch einen dickwandigen Kautschukschlauch mit Manometer und Wasserluftpumpe in Verbindung gebracht werden kann. Für den Heber haben sich folgende Dimensionen als zweckmäßig erwiesen: Lumenweite ca. 2 mm, Länge des großen Schenkels ca. 90 cm, Länge des kleinen Schenkels ca. 70 cm. Spitzen und scharfe Kanten sind besonders am Ende des kurzen Schenkels und in der oberen Flasche zu vermeiden, weil sie die Blasenbildung begünstigen; aus demselben Grunde muß der ganze Apparat vor Gebrauch sorgfältig gereinigt werden.

Nachdem die obere Flasche etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllt ist, das Luft gelöst enthält (gestandenes destilliertes Wasser) setzt man den Heber zunächst unter gewöhnlichem Luftdruck in

1) A. URSPRUNG, Zur Demonstration der Flüssigkeitskohäsion. Bd. 31, S. 388; 1913.

Tätigkeit und überzeugt sich von seiner Wirkung. Hierauf bringt man beide Flaschen mit Manometer und Wasserstrahlpumpe in Verbindung. Der Versuch zeigt gewöhnlich folgenden Verlauf *In der zunächst noch homogenen Wassersäule treten bald Blasen* auf, die anfänglich klein sind und mit der strömenden Flüssigkeit in den unteren Kolben wandern. Verfolgen wir eine solche Blase, so sehen wir ihr Volumen in dem Maße zunehmen, als sie in dem einen Schenkel aufsteigt, um beim Abstieg in dem anderen Schenkel allmählich wieder kleiner zu werden. Es demonstriert dies deut-

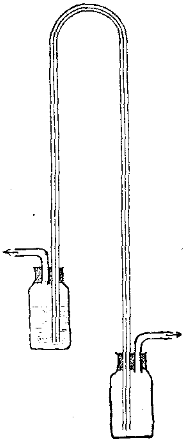


Abb. 1.

lich, daß im Heberrohr der minimale Druck im Knie, der maximale an den Enden herrscht. Je weiter der Außendruck sinkt, um so länger werden die Blasen im Knie des Rohres, bis zuletzt die Flüssigkeit in beiden Schenkeln nach unten fließt und der Heber seine Tätigkeit einstellt. Unter Umständen, die später besprochen werden sollen, kann die Bildung kleiner Blasen auch unterbleiben; die Wassersäule bleibt dann zusammenhängend bis bei einem bestimmten Manometerstand (in mehreren Fällen bei ca. 6 cm Hg) plötzlich im Knie ein Riß entsteht, der den Heber zum Stillstand bringt. Die Höhe der nicht vom Luftdruck getragenen Wasser-

säule betrug in der Regel etwa 10 cm, der Riß erfolgte also beim Zuge einer Wassersäule von ca. 10 cm Länge. Diese Experimente lassen sich innerhalb kurzer Zeit mehrmals mit dem gleichen Erfolge wiederholen; man braucht nur nach dem Stillstand des Hebers die Verbindung der oberen Flasche mit der Pumpe vorsichtig ein wenig zu lüften, bis sich die Wassersäulen im Rohre wieder vereinigt haben, das Wasser fließt nun so lange über, bis der kritische Manometerstand neuerdings erreicht ist.

Nachdem das Verhalten des lufthaltigen Wassers festgestellt ist, wird die Flüssigkeit in den oberen Kolben zurückgesaugt, bis der Heber entleert ist. Man evakuiert nun den ganzen Apparat, erwärmt die obere Flasche im Wasserbad und läßt die Flüssigkeit so lange sieden, bis sie sehr luftarm geworden ist. Hierauf wird das Wasser im Vakuum abgekühlt und der Heber wieder in Gang gebracht. Es tritt jetzt keine Unterbrechung des strömenden Wasserfadens mehr ein, so daß bei einem Manometerstand von ca. 1,8 cm Hg der ganze Inhalt des oberen Kolbens überfließt. Die Kohäsion des luftfreien Wassers wird somit beim Zug einer Wassersäule von ca. 60 cm Länge nicht überwunden. Sind das auch keine bedeutenden Werte, so genügen sie doch, um auf einfache Weise den Unterschied im Verhalten luftarmen und luftreichen Wassers zu demonstrieren. Durch Verlängerung des Heberrohres etc. läßt sich der Apparat natürlich verbessern, doch reichen zu dem beabsichtigten Zwecke die angeführten, im Handel leicht erhältlichen Dimensionen aus. Bei Versuchen im Vakuum genügt gewöhnlich ein Schlag gegen das Knie des Rohres um das Reißen der Wassersäule und den Stillstand des Hebers zu veranlassen; auf diesem Wege läßt sich also leicht die Bedeutung von Erschütterungen veranschaulichen.

Wie schon erwähnt, zeigt das Experiment bei Verwendung lufthaltigen Wassers nicht immer denselben Verlauf; es beruht dies auf Unterschieden in der Beschaffenheit des Wassers und der Glaswände. Gewöhnlich stehen die gereinigten Glaswände des Apparates vor dem Versuch einige Zeit in Berührung mit Luft, in diesem Falle bilden sich bald die früher besprochenen kleinen Blasen, welche mit der Flüssigkeit das Heberrohr durchwandern. Da diese Blasen schon auftreten, während im ganzen Apparat (auch im Knie des Hebers) noch ein positiver Druck von mehreren Zentimetern Quecksilber herrscht, so kann ihre Bildung natürlich nicht durch Zugspannung veranlaßt sein. Sie erklärt sich vielmehr dadurch, daß das verwendete Wasser bei einer gewissen Druckverminderung übersättigt wird und dann bei Berührung mit einem

festen Körper Blasen bildet, wenn dieser vorher mit Luft oder einem anderen Gas in Kontakt gewesen war.

Leitet man dagegen direkt vor dem Versuch durch das Heberrohr kochenden Alkohol und kochendes destilliertes Wasser und läßt man hierauf das lufthaltige Wasser mehrere Stunden lang im Apparat (das Heberrohr gefüllt und am Ende des langen Schenkels verschlossen) stehen, so unterbleibt die Bildung der kleinen Blasen. Die Unterbrechung der Wassersäule erfolgt erst, wenn Zugspannung eingetreten ist im Knie des Rohres und führt sofort zum Stillstand des Hebers. Die Spannung, bei welcher der Faden reißt, ist um so höher je weniger Luft das Wasser gelöst enthält und je vollständiger die Rohrwand von der adhärierenden Luftschicht befreit wurde. Da das Heberrohr kurz ist und die Zugspannung daher gering bleibt, so kann der Riß auch bei mäßiger Luftarmut des Wassers unterbleiben, wenn die Glaswände die eben genannte Eigenschaft besitzen.

Zum Schlusse noch einige Bemerkungen über die Erklärung des Hebers. STEINBRINCK[1]) nennt ihn einen Kohäsionsapparat und verwirft die Auffassung des Hebers als Luftdruckapparat. Die beschriebenen Versuche zeigen deutlich, daß unter gewöhnlichen Umständen der Heber ohne Luftdruck nicht funktioniert; der Luftdruck ist dagegen entbehrlich, wenn die Flüssigkeit luftfrei ist.

Der Beweis für die Entbehrlichkeit des Luftdruckes bei luftfreiem Wasser läßt sich leicht auch quantitativ führen, indem man die zum Überhebern nötige Zeit im Vakuum und unter Atmosphärendruck ermittelt. In einem derartigen Experiment wurde die obere Flasche mit und ohne Luftdruck jeweils in 17 Minuten 50 Sekunden entleert. Wer den Versuch wiederholen will, wird zweckmäßig zuerst das Vakuumexperiment ausführen, weil beim Kochen stets etwas Flüssigkeit verloren geht. Auch hat man natürlich auf annähernde Temperaturkonstanz zu achten, da die Viskosität mit steigender Temperatur stark abnimmt.

Ist somit der Luftdruck unter gewissen Umständen entbehrlich, so fließt anderseits der Heber stets nur dann, wenn der eine Schenkel (Projektion auf die Vertikale) länger ist als der andere. Wir können den Winkelheber vergleichen mit einem Seil, daß so über eine Rolle gelegt wird, daß die eine Seite länger ist als die andere. Die längere, schwerere Seite zieht die kürzere, leichtere so lange nach, bis das Seil abgerollt ist. Beim Seil ist die bewegende Kraft natürlich die Schwere, der Kohäsion fällt nur die

1) STEINBRINCK, Über dynamische Wirkungen etc. Flora 1904, S. 127.

Aufgabe zu, das Zerreißen des Seiles zu verhindern. Ähnlich verhält es sich offenbar auch beim Heber; die bewegende Kraft ist die Schwere, während das Zerreisen der Wassersäule durch den Luftdruck oder die Kohäsion verhindert wird. Je nachdem man die Bezeichnung von der haltenden oder von der bewegenden Kraft herleiten will, wird man das über die Rolle laufende Seil einen Kohäsions- oder einen Schwerkraftapparat nennen. Es mag das bis zu einem gewissen Grade Geschmackssache sein. Bezeichnet man jedoch das Seil als Kohäsionsapparat, dann muß dies auch bei Hebel, Pendel, Wage etc. geschehen. Noch viel weniger kann man den Heber einen Kohäsionsapparat nennen, denn in der Regel ist nicht die Kohäsion, sondern der Luftdruck die haltende Kraft, und so müßte man also doch wieder von einem Luftdruckapparat sprechen. Leitet man dagegen die Bezeichnung ab von der bewegenden Kraft, so wird der Heber zum Schwerkraftapparat. Da diese Benennung ganz allgemein gültig ist, gleichviel ob lufthaltige oder luftfreie Flüssigkeit vorliegt, so dürfte sie die zweckmäßigere sein.

---

12. A. Ursprung: Filtration und Hebungskraft.

(Eingegangen am 24. Februar 1915.)

Nach der Kohäsionshypothese soll die Hebung des Wassers durch die osmotische Saugung des Blattparenchyms erfolgen, welche sich in kontinuierlichen, durch Kohäsion zusammenhängenden Wasserfäden bis in die Wurzel fortpflanzt. Diese Wasserfäden müßten — infolge ihres Gewichtes und besonders infolge des großen Filtrationswiderstandes — in hohen Bäumen bedeutende Zugspannungen aufweisen, ähnlich wie stark gespannte Drähte. Mit Manometern ist der Nachweis dieser Spannungen nicht geglückt, dagegen glaubt RENNER in einigen Aufsätzen, von denen der letzte in diesen Berichten[1]) erschien, die Demonstration negativer Spannungen erbracht zu haben, „das einzige, was der . . . . Kohäsionshypothese des Saftsteigens noch gefehlt hat", und „nachgewiesen zu haben, daß die Kontinuität (der Wassersäulen) vorhanden ist"[2]).

---

1) RENNER, Versuche zur Mechanik der Wasserversorgung. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 30, S. 576.

2) RENNER, Experimentelle Beiträge zur Kenntnis der Wasserbewegung. Flora, N. F., Bd. 8, S. 232.

Ein Eingehen auf diese Publikationen schien bisher nicht nötig und dürfte auch in Zukunft unterblieben sein, wenn ihr Inhalt nicht durch das Handwörterbuch[1]) und bedauerlicherweise auch durch JOST[2]) eine weitere Verbreitung gefunden hätte. RENNER brachte einen abgeschnittenen, beblätterten Zweig in das Potetometer und bestimmte die Menge des in der Zeiteinheit aufgenommenen Wassers. Hierauf wurde die Blätter tragende Zweigspitze abgeschnitten und an ihrer Stelle eine Luftpumpe an die blattlose Achse angesetzt. Ein frischer normaler Zweig nahm weniger Wasser auf als die Pumpe; ein geklemmter oder gekerbter Zweig nahm dagegen mehr Wasser auf, mußte also stärker saugen als die Pumpe. Indem die Wasseraufnahme der Saugkraft proportional gesetzt und letztere ausschließlich in die Blätter verlegt wurde, gelangte RENNER zum Schlusse, daß die Blätter Saugkräfte von 10—20 Atm. entwickeln, die sich in kontinuierlichen Wassersäulen nach unten fortpflanzen. Wir wollen im Folgenden gesondert betrachten I. die Versuche und II. die Schlüsse auf Natur und Sitz der Hebungskraft.

I. Schon vor 30 Jahren hat bekanntlich DUFOUR[3]) gezeigt, daß belaubte, ins Wasser gestellte Äste auch nach zwei- bis dreifacher Einkerbung turgeszent bleiben können, obschon ein Überdruck von 10—30 Atmosphären nötig war, um durch das eingekerbte Achsenstück ebensoviel Wasser in der Zeiteinheit durchzupressen, als der transpirierende Sproß aufnahm. Es ist leicht ersichtlich, daß die Versuchsanstellung hier im Prinzip dieselbe war wie bei RENNER. Der ganze Unterschied besteht darin, daß DUFOUR das Wasser mit einer 70—80 cm hohen Quecksilbersäule durchpreßt, während RENNER dasselbe mit einer Wasserstrahlpumpe durchsaugt. In beiden Fällen lastet auf dem unteren Querschnitt ein Überdruck von ca. einer Atmosphäre; ob derselbe von einer Luftsäule oder einer gleichschweren Quecksilbersäule ausgeübt wird, bleibt sich natürlich gleich[4]), und so mußten denn auch die Resultate dieselben sein.

---

1) Handwörterbuch der Naturwissenschaften, Bd. X, Artikel Wasserversorgung der Pflanzen (Verfasser RENNER).

2) JOST, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, III. Aufl., 1913, S. 94.

3) DUFOUR, *Beiträge zur Imbibitionstheorie. Arb. d. bot. Inst. Würzburg.* Bd. III, S. 47. 1884.

—, Sur l'ascension du courant de transpiration dans les plantes. Arch. sc. phys. et nat. T. XI, Nr. 1, 1884, S. 29.

4) Kleinere Differenzen, wie sie z. B. durch Ausdehnung (RENNER) od. Kompression (DUFOUR) der Blasen entstehen können, spielen bei solchen Versuchen, die ja doch nur rohe Annäherungswerte geben, keine wesentliche Rolle.

DUFOUR experimentierte ferner mit eingekerbten, am Stamm befindlichen Ästen, deren Blätter wochenlang turgeszent blieben, also genügend Wasser zugeführt erhielten. Greifen wir als Beispiel den *Quercus*-Ast heraus. Derselbe ließ bei einem Überdruck von 80 cm Quecksilber in 10 Stunden kein Wasser passieren, woraus sich ein Filtrationswiderstand von mehreren hundert Atmosphären schätzen läßt[1]. Dieser Widerstand mußte, da die Blätter nicht welkten, offenbar überwunden worden sein. Kurz nach DUFOUR stellte JANSE[2] Filtrationsversuche mit nicht eingekerbten Zweigen an, welche für 50 m hohe Coniferen zu Widerständen bis zu 100 Atmosphären führten; später gelangten andere Autoren bekanntlich zu ähnlichen Zahlen. Würde man bei möglichst hohen Bäumen an Stamm und Ästen so viele und tiefe Kerbschnitte anbringen, als ohne Verlust der Turgeszenz möglich sind, würde man ferner die Wurzel bis in ihre feinsten Auszweigungen, sowie auch die letzten Triebe, die Blattstiele und Blattnerven berücksichtigen, so müßte man Zahlen erhalten, welche die vorigen noch bedeutend übertreffen.

Die auf diesem Wege erhaltenen Werte von zehn bis zu mehreren hundert Atmosphären stellen den Filtrationswiderstand dar unter den Versuchsbedingungen. Diese weichen aber von den natürlichen Bedingungen zweifellos ab[3]. So ist bei der Filtration die Druck- oder Saugkraft über den ganzen Querschnitt gleichförmig verteilt und wirkt auf Zellen und Interzellularen; durch die Injektion wird der Sproß wasserreicher und kann an Stelle der schwer verschiebbaren Jaminketten zusammenhängende Wassersäulen erhalten. Beim Saftsteigen dagegen ist die Hebungskraft über die verschiedenen Jahresringe wohl nicht gleichmäßig verteilt und häufig nur über einen Teil des Querschnittes ausgedehnt, zudem kann, in früher[4] zitierten Beispielen, ein Viertel des Astquerschnittes zu einer ausreichenden Wasserversorgung genügen; die Interzellularen oder größere Luftkanäle sind als Leitbahnen ganz ausgeschaltet, ebenso die lufterfüllten Tracheen, die bei Filtrationsversuchen gleichfalls zur Leitung dienen können. Wir

1) Bei Voraussetzung einer Filtration von 0,01 cm^3 pro Tag und einer Absorption von nur 10 cm^3 pro Tag, berechnet sich der Filtrationswiderstand auf 1000 Atm.

2) JANSE, Die Mitwirkung der Markstrahlen bei der Wasserbewegung im Holze. PRINGSH. Jahrb. 18, 1887.

3) Von groben Fehlern, wie sie z. B. durch Verstopfung der Schnittfläche möglich sind, können wir bei DUFOUR u. JANSE absehen.

4) URSPRUNG, Abtötungs- und Ringelungsversuche an einigen Holzpflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot. 44, 1907.

haben also Gründe anzunehmen, daß beim Saftsteigen die Leitbahnen weniger zahlreich sind als bei der Filtration und so ergeben sich denn — ohne auf die Natur der Leitbahnen einzugehen — für das Saftsteigen noch höhere Widerstände, als oben angenommen wurde.

Das Frischbleiben der Blätter beweist, daß diese Widerstände überwunden werden, daß also Hebungskräfte vorhanden sind, welche sie übertreffen. Hebungskräfte von 10 und 20 Atmosphären waren somit in eingekerbten Ästen schon vor 30 Jahren nachgewiesen, und man kann daher nicht sagen, daß RENNER dazu gelangt sei, in dieser Hinsicht etwas „aufzudecken".

II. Von dem Filtrationswiderstand gelangt nun RENNER auf folgendem Wege zur *„Demonstration"* negativer Spannungen von 10—20 Atm. Er behauptet, die Blattsaugung sei die einzige Hebungskraft, sie überwinde also den ganzen Filtrationswiderstand allein und müsse daher 10—20 Atm. betragen. Er kann sich diese Saugung nur dann bis in die Sproßbasis fortgetetzt denken, wenn kontinuierliche Wassersäulen mit den nötigen kohäsiven Eigenschaften vorhanden sind; hieraus schließt er auf die Existenz dieser Wassersäulen.

Daß ich auf eine derartige Argumentation überhaupt eingehe, ist auf die Eingangs erwähnten Gründe zurückzuführen. Im allgemeinen wird heute zugegeben, daß die Hebungskräfte nicht ausreichend bekannt sind. Wer behauptet, diese Kräfte seien auf die Blätter lokalisiert, hätte zu beweisen, daß durch die Blattsaugung genügend Wasser gehoben wird, um den Verbrauch zu decken. Dieser Beweis steht jedoch aus. — Unser Autor geht noch weiter und läßt sich auch über das Verhältnis der Imbibitions- zur osmotischen Saugung der Blätter aus: „Tote Blätter entwickeln eine Saugkraft, die noch nicht einmal eine Atmosphäre erreicht. Damit stimmt . . . . überein, ... daß tote Blätter immer rasch welken"[1]). Die Begründung steht leider wieder auf demselben Niveau. Bekanntlich hat BÖHM[2]) schon im Jahre 1893 angegeben, daß gebrühte *Thuja*sprosse das Quecksilber über Barometerhöhe emporsaugen und daß auch gekochte Tannensprosse das Quecksilber bis auf Barometerniveau heben. Ich habe die Experimente mit toten *Thuja*zweigen mit gleichem Erfolge wiederholt. Die Imbibitionssaugung kann also jedenfalls eine Atmosphäre übersteigen. Wenn RENNER seine gegenteilige Behauptung damit

1) RENNER, Flora l. c., S. 226 u. 227, 281.

2) BÖHM, Kapillarität und Saftsteigen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1893 S. 207 u. 211.

stützen will, daß „tote Blätter immer noch welken“, so scheint er die sehr elementare Tatsache vergessen zu haben, daß ein Blatt nicht zugleich tot und turgeszent sein kann.

Ein Schluß von der Pumpensaugung auf die Hebungskräfte ist erlaubt, wenn die Wirkung in beiden Fällen qualitativ dieselbe ist. Nun sind die Hebungskräfte allerdings nicht ausreichend bekannt, aber ihre Wirkungsweise ist doch soweit geklärt, daß ein Urteil abgegeben werden kann. Die Anfüllung der Leitungsbahnen mit Luft macht die Hebungskräfte bekanntlich unwirksam, nicht aber die Pumpensaugung. Abtöten des Stengels hemmt das Saftsteigen, nicht aber die Filtration. Bei konstanter Pumpensaugung nimmt mit zunehmender Länge des Sprosses die Filtration ab; bei konstantem osmotischen Wert des Blattparenchyms geht die Wasserversorgung mit zunehmender Länge des Sprosses nicht zurück, solange die ganze Achse lebend ist, dagegen vertrocknen die Blätter um so rascher, je länger die tote Achsenpartie wird. Einkerbungen können die Filtration auf einen kleinen Bruchteil reduzieren, ohne ein Welken der Blätter zu veranlassen, also ohne eine ausreichende Wasserversorgung zu verhindern. Die Saugung der Pumpe erfolgt nur bei Luftdruck, die osmotische Saugung ist davon unabhängig. Aus diesen Vergleichen geht wohl mit genügender Deutlichkeit hervor, daß Pumpe und Hebungskräfte nicht in derselben Weise wirken.

Übrigens könnten wir, wie schon früher erwähnt, die „Saug“-kraft in RENNERs Pumpenversuchen ebensogut auch als Druckkraft bezeichnen; denn tatsächlich ist es der einseitig wirkende Atmosphärendruck, welcher das Wasser durch den Zweig preßt

Daß die osmotischen Saugkräfte der Blätter viele Atmosphären betragen können, ist ebenfalls eine alte Geschichte; trotzdem sind sie nach den zuverlässigsten Untersuchungen in manchen Fällen kleiner als der Filtrationswiderstand.

Sollte aber auch die gesamte Blattsaugung (Imbibition + Osmose) den Filtrationswiderstand übertreffen, so wäre es damit noch nicht getan: es muß ja die Saugung nicht nur in den Blättern selbst groß genug sein, sondern sie muß sich auch bis in die Wurzeln fortpflanzen und zwar, was sehr wichtig ist, in ausreichender Stärke. Daß dies der Fall sei, hat bisher niemand bewiesen, und meine Abtötungsversuche, welche eben diese quantitative Seite des Problems prüften, fielen bekanntlich negativ aus.

Was endlich die zusammenhängenden Wassersäulen und die große Kohäsion des Wassers in den Leitungsbahnen betrifft, so wurde ihr Vorhandensein wohl behauptet, aber nicht nachgewiesen.

Die auf verschiedenen Wegen unternommene experimentelle Prüfung[1]) führte auch da wieder zu negativen Resultaten.

Unter solchen Umständen wird es nicht Wunder nehmen, daß das RENNERsche Rezept nicht nur zu unrichtigen Resultaten führt, sondern geradezu unsinnige Zahlenwerte ergeben kann. So würde sich z. B. aus dem DUFOURschen *Quercus*versuch eine osmotische Saugung turgeszenter Blätter von mehreren hundert Atmosphären schätzungsweise ergeben, während in einem welkenden Zweig, dessen Leitungsbahnen im basalen Teil nur Luft führen, die osmotische Blattsaugung nahezu Null sein müßte.

Es wurde nicht bestritten, daß die Kohäsionshypothese originell und beachtenswert ist; darin liegt jedoch noch kein Beweis für ihre Richtigkeit, sondern nur eine Anregung zu gründlicher Prüfung. Wir haben ja vor Zeiten in der Imbibitionshypothese einen ähnlichen Fall erlebt.

Zum Schlusse muß noch auf ein Mißverständnis hingewiesen werden, das bei den Anhängern der Kohäsionshypothese stets wiederzukehren pflegt. Schon früher bin ich gegen die Behauptung aufgetreten, die sog. vitale Theorie lasse die Wasserhebung ausschließlich durch die Tätigkeit lebender Stammzellen geschehen und schließe die Beteiligung physikalischer Kräfte aus. Die sog. vitale Theorie *schließt keine einzige physikalische Kraft aus, auch nicht — wie* RENNER *meint — die Kohäsion; sie sagt nur:* diese Kräfte genügen nicht um die Blätter vor dem Welken zu bewahren. Selbstverständlich sind nach unserer Ansicht auch die von den lebenden Stammzellen gelieferten Hebungskräfte physikalischer Natur, aber sie sind, wie zahlreiche andere physikalische Erscheinungen in der Pflanze, an die Lebenstätigkeit der Zelle gebunden.

Mit dieser unrichtigen Vorstellung über die vitale Theorie geht meistens die Nichtberücksichtigung der quantitativen Seite des Problems parallel. Man vergißt, daß der Nachweis der Wasserhebung, selbst bis in die höchsten Baumspitzen, nicht genügt, wenn nicht zugleich gezeigt ist, daß diese Hebung ausreicht, um den Verbrauch zu decken.

---

1) URSPRUNG, Über die Bedeutung der Kohäsion für das Saftsteigen. Diese Berichte Bd. 31, 1913, S. 401

13. H. C. Schellenberg: Zur Kenntnis der Winterruhe in den Zweigen einiger Hexenbesen.

(Eingegangen am 26. Februar 1916.)

Die winterliche Ruheperiode ist bei unsern Holzgewächsen durch den Stillstand des Wachstums ausgeprägt. Zu Beginn der Winterperiode gelingt es nicht durch höhere Temperaturen der Außenwelt die Knospen zum Treiben zu bringen, während in der zweiten Hälfte des Winters, besonders gegen das Frühjahr, der Austrieb als Reaktion auf höhere Temperaturen der Umgebung leicht erfolgt. In dieser Zeit ist der Stillstand im Wachstum nur durch die niedrige Temperatur bedingt. Diese „gezwungene Unwirksamkeit" wie sie JOHANNSEN S. 8 nennt, oder die aitiogene oder erzwungene Ruhe im Sinne PFEFFERs wird der eigentlichen Ruhe oder autogenen Ruhe gegenübergestellt, denn sie erreicht ihr Ende sobald die Frühlingswärme die Knospen zu neuer Tätigkeit weckt.

Die eigentliche Ruheperiode teilt JOHANNSEN S. 11 in Vorruhe, Mittelruhe und Nachruhe ein. Die Vorruhe bildet das Übergangsstadium vom Wachstum zur Ruhe; in diesem Stadium gelingt es durch Entblättern oder kräftigen Rückschnitt die Knospen zum Austreiben zu bringen bei geeigneter Temperatur. In der Mittelruhe versagen diese Mittel; die Knospen sind durch keinerlei Kunstgriffe zum Austreiben zu bringen. In der Nachruhe tritt der Austrieb allein durch höhere Außentemperatur nicht ein, dagegen kann durch besondere Hilfsmittel wie das Ätherisieren, das Warmbad, Wundreiz usw. das Austreiben herbeigeführt werden. Wie JOHANNSEN S. 11 bereits schon hervorgehoben hat, kann die Mittelruhe von sehr kurzer Dauer sein, so daß die Nachruhe direkt an die Vorruhe anschließt.

Im Gegensatz dazu hält G. KLEBS eine Ruheperiode aus inneren Gründen für ausgeschlossen und wenn es uns bis heute noch nicht gelungen ist, viele Gewächse in der Winterruhe zum Austreiben zu bringen, so beruhe das lediglich auf einer unrichtig gewählten experimentellen Anordnung der Versuche.

Das Verhalten zahlreicher Pflanzen ist gegenüber dem Frühtreiben studiert worden. Die Mittel, die angewendet worden sind, haben bereits eine stattliche Reihe erreicht; Kälte, Wärme, Äther,

Alkohol, Austrocknen, Einpressen von Wasser, Salzlösungen, Verletzungen, galvanische Ströme, Anwendung von Strahlen verschiedener Art sind probiert worden, um vorzeitig die Pflanzen aus der Winterruhe zu bringen.

Alle diese Mittel bedeuten einen starken Eingriff in das Lebensgetriebe der Pflanzen und die Zustände die nachher folgen sind als Krankheitszustände aufzufassen, von denen die Pflanze sich wieder langsam erholt.

Aus einer solchen Annahme muß man aber weiter den Schluß ziehen, daß erkrankte Organe sich in bezug auf die winterliche Ruheperiode anders als die gesunden Zweige verhalten müssen.

Vorzügliche Objekte zur Prüfung dieser Hypothese sind die Zweige der Hexenbesen, denn ein Vergleich mit den gesunden Zweigen und Knospen des gleichen Baumes ist leicht möglich.

Die ersten Beobachtungen sammelte ich beim Hexenbesen des Kirschbaumes. Am 10. Dezember wurden normale Zweige und Hexenbesenzweige ins Warmhaus gebracht. Die Temperatur variierte zwischen 16° und 20° C. Schon am vierten Tage war ein leises Schwellen der Knospen der Hexenbesentriebe bemerkbar und nach acht Tagen waren sie bereits aufgebrochen.

An den gesunden Zweigen des gleichen Baumes, die gleichzeitig geschnitten und ins Warmhaus gebracht wurden, trat in dieser Zeit keine nennenswerte Änderung ein. Sie brauchten volle drei Wochen bis unter den gleichen Bedingungen einzelne Knospen sich geöffnet hatten. Unterdessen war bei den Hexenbesenzweigen der Trieb bereits mehrere Zentimeter lang und die ersten Blättchen hatten sich ganz entfaltet.

Der gleiche Versuch wurde gleichzeitig in einem kälteren Raume, dessen Temperatur zwischen 10° und 14° schwankte, wiederholt. Der Erfolg war ähnlich, nur dauerte es 10—12 Tage bis die Knospen am Hexenbesen aufgebrochen waren. Die normalen Zweige waren auch hier mehr als 14 Tage in der Entwicklung gegenüber den Hexenbesenzweigen zurückgeblieben.

Im folgenden Jahre wurde der Versuch mit Kirschbaumhexenbesen wiederholt und zwar bereits am 18. November. Besonders starke Fröste waren noch nicht erfolgt, so daß man nicht von einer besonderen Winterwirkung sprechen kann. Im Warmhaus zeigten die Hexenbesenknospen bereits nach acht Tagen Anschwellen und teilweises Öffnen; die gesunden Zweige zeigten erst am 15. Dezember, also 18—20 Tage später, das gleiche Bild.

Die Versuche wurden dann später im Januar und Februar wiederholt. Auch hier trieben die Knospen der Hexenbesenzweige immer vor den normalen Zweigen aus. Die Zeitdifferenz im Austrieb wird aber kleiner, je mehr man sich dem Frühjahr nähert. Am 10. Januar wurde der Versuch angesetzt, aber nach vierzehn Tagen waren auch die normalen Zweige mit aufgebrochenen Knospen besetzt. Die Verspätung war nur etwa acht Tage gegenüber den Hexenbesenzweigen. Bei dem Versuche im Februar — er wurde am 18. Februar angelegt — betrug die Differenz im Austrieb 4—6 Tage.

Gestützt auf die günstigen Ergebnisse am Hexenbesen des Kirschbaumes habe ich im Januar 1914 einen Versuch mit dem Hexenbesen der Weißtanne, der durch *Melampsorella Caryophyllacearum* hervorgebracht wird, angesetzt. Die Hexenbesenzweige wurden am 20. Januar geschnitten; sie zeigten das Aufbrechen der Knospen zwischen dem 26. und 30. Januar. Am 25. Februar wurde der Versuch abgebrochen. Die Hexenbesentriebe hatten $1^1/_2$ cm Länge, während die normalen Zweige ein leichtes Schwellen der Knospen erkennen ließen.

Diesen Winter konnte ich am 4. Januar einen sechsjährigen Gipfeltrieb der Weißtanne mit einem seitlichen Hexenbesen einstellen. Nach acht Tagen trat deutliches Schwellen der Knospen am Hexenbesen ein; einzelne von ihnen öffneten sich und nach 10 Tagen waren sämtliche gesunde Knospen am Hexenbesen geöffnet. Am 20. Februar zeigten die Hexenbesen $1^1/_2$ cm lange Triebe; die gesunden Zweige zeigten ein leichtes Anschwellen der Knospen, einzelne haben den ersten Durchbruch der grünen Nadeln durch die Knospendecke gerade eingeleitet. Die Differenz im Austrieb beträgt somit 5—6 Wochen.

Von Herrn WILLE, stud. phil., wurden mir ein- und zweijährige junge Hexenbesen der Weißtanne am 10. Januar übersandt. Die Entwicklung dieses jungen Materials erfolgte nicht so rasch wie an den älteren Hexenbesen. Zum Knospenausbruch brauchten sie etwas länger. Immerhin begann das Schwellen der Knospen am 10. bis 12. Tage überall deutlich und der Durchbruch der Nadeln erfolgte zwischen dem 15. und 20. Tage. Die gesunden Zweige zeigen auch hier die Verspätung um mehr als drei volle Wochen. Am 20. Februar ist die Entwicklung in den Knospen in den gesunden Zweigen ungefähr so weit wie sie in den Hexenbesenzweigen der gleichen Bäume etwa am 25. Januar war.

Solche Differenzen im Austrieb hatte ich auch bei den Hexenbesen des Kirschbaumes beobachtet. Sie hängen offenbar mit der

mehr oder weniger kräftigen Füllung der Hexenbesenzweige mit plastischem Nährmaterial zusammen. An den jungen Hexenbesen von jungen Exemplaren der Weißtanne waren die Triebe und Knospen viel weniger kräftig ausgebildet als bei dem älteren Hexenbesen eines sehr kräftigen Exemplars der Weißtanne.

Das gleiche Experiment wiederholte ich mit dem Hexenbesen der Moorbirke, *Exoascus turgidus*. Er wurde am 18. Dezember geschnitten. Normale und Hexenbesentriebe wurden eingestellt. Die Hexenbesen trieben bei Zimmertemperatur zwischen dem 26. und 28. Dezember aus, während die normalen Zweige keine wesentliche Änderung der Knospen zeigten.

Also auch hier die Tatsache, daß die Hexenbesenzweige vor den normalen Zweigen zum Austreiben gebracht werden können, zu einer Zeit, wo die normalen Zweige sich noch in tiefer Winterruhe befinden.

Zur weiteren Beurteilung dieser Verhältnisse muß man die Knospenbildung und den Knospentrieb im Frühjahr berücksichtigen.

Im Frühjahr treiben die Knospen der Hexenbesenzweige etwas vor den Knospen der normalen Triebe aus; das gilt sowohl für den Hexenbesen des Kirschbaumes, wie für jenen der Birke und der Weißtanne. Beim Kirschbaum, wo ich die Sache am besten verfolgen konnte, ist der Unterschied im Beginn des Schwellens der Knospen etwa 3—5 Tage. Die großen Unterschiede die man später beobachtet, in der Blüte des Kirschbaumes, beruhen einmal auf einem rascheren Wachstum in der ersten Frühjahrsperiode bei den Hexenbesentrieben, dann aber in der ausgebliebenen oder sehr reduzierten Blütenbildung bei den Hexenbesen. Die Laubknospen normaler Zweige öffnen sich erst nach den Blütenknospen, sie sind in dieser Beziehung gegenüber den Hexenbesenzweigen oft über 14 Tage verspätet. Diese Differenzen im Austrieb sind wohl am richtigsten mit den Unterschieden in der Aufspeicherung von Reservestoffen in den Zweigen, besonders im Knospengrunde, in Zusammenhang zu bringen, wie weiter unten gezeigt wird. Es ist kaum anzunehmen, daß das Wachstum der Hexenbesenzweige bei niederigen Temperaturen, als bei normalen Zweigen einsetzt. Dagegen ist eine raschere Reaktion bei gleichbleibenden Temperaturen bei den Hexenbesenzweigen leicht nachzuweisen. Wenn man Hexenbesenzweige und normale Zweige des Kirschbaumes kurze Zeit vor dem Knospenaustrieb im Frühjahr schneidet und sie im warmem Zimmer einstellt, so treiben die Knospen beiderlei Zweige bald aus, aber die Reaktion im Hexenbesenzweig erfolgt rascher. Am 4. März schnitt ich die Zweige.

Nach zwei bis drei Tagen war bei den Hexenbesenzweigen an den meisten Knospen ein deutliches Schwellen zu beobachten; bei den normalen Zweigen zeigten die Blütenknospen erst zwei bis vier Tage später die gleiche Erscheinung.

Wichtig zur Beurteilung der Winterruhe ist alsdann die Knospenbildung. Die Zweige der Hexenbesen zeigen einen frühzeitigen Laubfall und die Knospen werden frühzeitig angelegt. Das Längenwachstum ist mit den normalen Zweigen beendet, eher etwas früher als später.

Der wichtigste Unterschied im Wachstum der Hexenbesen und der normalen Zweige beruht im Dickenwachstum und der damit im Zusammenhang stehenden Ausbildung der Winterknospen und der Reservestoffspeicherung.

Wie beim Hexenbesen der Weißtanne ohne weiteres ersichtlich ist, müssen sämtliche Stoffe, die für das Wachstum und die übrigen Lebensfunktionen notwendig sind, aus den gesunden Teilen des Baumes zugeführt werden, denn die Nadeln des Hexenbesens besitzen nur sehr kurze Lebensdauer und enthalten wenig Chlorophyll. Das gleiche gilt auch für die anderen Hexenbesen, nur mit dem Unterschiede, daß die Blätter etwas weniges mehr an Assimiationsprodukten zu erzeugen vermögen.

Beim Hexenbesen des Kirschbaumes habe ich einen Verdunkelungsversuch durchgeführt. Vom Knospenaustrieb an wurden die Sprosse bis nach vollendeter Askusbildung dunkel gehalten und so die eigene Assimilation der Blätter verhindert. Der Vergleich mit den belichteten Zweigen des gleichen Hexenbesens gab aber als Resultat, daß die verdunkelten Zweige in gleicher Weise den Pilz zur Entwicklung brachten und gleiche Stärkemengen in verdunkelten wie nichtverdunkelten Trieben enthalten waren. Somit kann die eigene Assimilation der Hexenbesenblätter nicht von größerer Bedeutung für die Ausbildung des Hexenbesens sein, sondern die Stoffe, die der Parasit verbraucht, wie jene, die zum Aufbau des Hexenbesens dienen, werden hier ebenfalls dem gesunden Teile des Baumes weggenommen.

Vergleicht man die gesunden Zweige mit jenen der Hexenbesen, so ergibt sich als Hauptdifferenz eine enorme Ausbildung der Speichergewebe, wie dies aus den Arbeiten von W. G. SMITH für die Exoasceenhexenbesen und von F. HARTMANN für den Hexenbesen der Weißtanne gefolgert werden muß, obschon die Tatsache in beiden Arbeiten zu wenig betont wird. Dazu kommt, daß die Gewebe der Hexenbesen mehr einen jugendlichen Charakter bewahren; „die Zellen bleiben plasmareicher und länger teilungs-

fähig, behalten einfachere Form, vergrößern sich, teilen sich zuweilen auch nachträglich noch einmal, differenzieren sich aber vielfach nicht zu höheren Gewebeformen", wie SMITH S. 482 zusammenfassend hervorhebt.

Diese Gewebe der Hexenbesen zeigen, wie eigene Untersuchungen lehren, durchweg höhere osmotische Drucke als die entsprechenden Gewebe der gesunden Zweige und füllen sich durchschnittlich mehr mit Reservestoffen als die gesunden Zweige. Darauf beruht das langandauernde Dickenwachstum, das besonders an den Basalpartien der einjährigen Zweige gut beobachtet werden kann.

Beim Knospenaustrieb im Frühjahr wird vom Hexenbesen zuerst das in demselben gespeicherte Stoffmaterial verbraucht. Ob die größte Entleerung im Hexenbesen auch der Zeit der größten Entleerung in den gesunden Partien des Baumes entspricht, muß durch weitere Untersuchungen festgestellt werden. Wahrscheinlich liegt sie nicht weit davon entfernt und die Stoffeinwanderung in den Hexenbesen wird erst von diesem Zeitpunkte an beginnen. Sie dauert aber sicher bis in den Spätherbst an, denn man beobachtet im September und Oktober noch an dem Hexenbesen des Kirchbaumes Dickenwachstum der Basalpartien des einjährigen Zweiges, die dann auch noch mit Stärke gefüllt werden. In diesen Basalpartien entwickeln sich zu dieser Zeit noch Adventivknospen, die im Frühjahr auch austreiben.

Wird ein Hexenbesenzweig im September verletzt oder abgeschnitten, so treiben die Knospen an der Zweigbasis noch aus, wie mir eine Beobachtung am Hexenbesen des Kirchbaumes zeigte. Bei vielen Hexenbesen ist es eine bekannte Erscheinung, daß einjährige Zweige während des Winters absterben, so bei *Exoascus Cerasi, turgidus* und auch bei der *Melampsorella Caryophyllacearum.* Die richtige Erklärung dieser Erscheinung wird wohl die sein, daß diese Partien gar nicht zur Winterruhe gekommen sind, sondern von den Winterfrösten überrascht wurden. Indessen bedarf diese Erscheinung weiterer Untersuchungen, besonders da auch die Möglichkeit des Vertrocknens gegeben ist.

Von MÜLLER-THURGAU und SCHNEIDER V. ORELLI wurden die Stoffwechselvorgänge während der Winterruhe studiert. Sie gelangen zum Ergebnis, daß bei allen jenen Eingriffen, die das Frühtreiben zur Folge haben, wie das Ätherisieren, das Warmbad etc. eine erhebliche Steigerung des Atmungsvorganges zunächst wahrnehmbar ist. Diese „kurz andauernde beträchtliche Steigerung der Atmung" fassen sie als Reiz auf, der das Protoplasma aus

dem stabilen Gleichgewicht bringt und das Wachstum in den Meristemen zur Folge hat bei gleichzeitiger Änderung der Stoffwechselvorgänge.

Wenn man die Vorgänge in den Hexenbesenzweigen mit jenen der normalen Zweige vergleicht, so hat man sich in erster Linie daran zu erinnern, daß die Pilzmyzelien in den Hexenbesenzweigen sich nicht in einem besonderen Ruhestadium befinden, sondern den gewöhnlichen Zustand von langsam wachsenden Myzelfäden mit starker Protoplasmaanreicherung aufweisen. Dauersporen, abgegrenzte Plasmapartien irgendwelcher Art sind bis heute in keinem Hexenbesen aufgefunden worden. Der Sitz des Myzels ist neben der Rinde besonders der Knospengrund, von wo es bis in die Nähe des Vegetationskegels der Knospe vordringt, sowohl beim Hexenbesen der Weißtanne, wie beim Kirschbaum und der Birke. Bei Kirchbaum und Birke sind sogar in den Knospenblättern Myzelfäden anzutreffen.

Die Wechselwirkung zwischen dem Pilze einerseits und dem Plasma der Meristeme anderseits ist somit nicht unterbrochen zur Winterszeit, sondern dauert fort, wenn auch in etwas geschwächtem Maße. Sie findet ihren Ausdruck in der Atmung. Die Hexenbesenzweige des Kirschbaumes, die nach dieser Richtung untersucht wurden, erzeugen bedeutend mehr Kohlensäure, als die gesunden Zweige, wenn man die Zahlen auf die Zahl der Knospen oder des Gewicht der Zweige bezieht.

Man kann demnach mit Recht den Zweig des Hexenbesens in der Atmung mit jenem Zustand normaler Zweige vergleichen, wo in Folge des Warmbades oder des Ätherisierens dauernd eine Steigerung der Atmung stattgefunden hat.

Daß diese stärkere Atmung auch einen gesteigerten Verbrauch der Kohlenhydrate zur Folge haben muß, ist selbstverständlich.

Dazu kommen noch andere innere Vorgänge, die schwer zu fassen sind; so die auffallend starke Füllung des Knospengrundes und zum Teil der Knospenblätter mit Reservestoffen aller Art, und die stärkere Wasserverdunstung der Hexenbesen-Knospen gegenüber den Knospen normaler Zweige.

Obwohl man hierfür anatomische Gründe angeben kann, läßt doch die stärkere Wasserabgabe auf eine regere Tätigkeit im Innern der Knospen schließen und ebenso muß man, um die Zuwanderung der Reservestoffe aus den gesunden Baumteilen zu erklären, gewisse Veränderungen im Plasma der Zellen annehmen. Sie sind gewiß das ganze Jahr in den Zweigen der Hexenbesen vorhanden, im Winter aber gelangt das Plasma nicht völlig zur Ruhe. Darin

ist wohl der Grund zu suchen, warum die Hexenbesenzweige gegenüber den normalen Zweigen derselben Pflanze keine eigentliche Winterruhe aufweisen, sondern in allen Teilen des Winters *zum Wachstum übergehen, sobald die geeignete Außentemperatur* ihnen geboten wird.

Damit aber ein Trieb sich kräftig weiter entwickelt, muß auch seine Wasserversorgung gesichert sein. Das ist aber im Winter nicht der Fall, wenn die große Wasserzirkulation im Baume zum Stillstand gekommen ist. Es ist bei den Experimenten über das Austreiben der Hexenbesenzweige durchaus nicht gleichgültig, ob abgeschnittene Hexenbesenzweige ins Wasser gestellt, oder ob der Hexenbesen als Ganzes abgeschnitten und der gesunde Astteil, der Hexenbesen trägt, allein ins Wasser gebracht wird. Im ersten Falle, wenn die Hexenbesenzweige ins Wasser kommen, geht der Austrieb ohne weitere Störung vor sich. Schneidet man hingegen den Hexenbesen mit einem längeren gesunden Astteil ab, und stellt nur diesen ins Wasser, so schwellen die Knospen des Hexenbesens zwar an, aber verdorren nach kurzer Zeit. Dieses Resultat habe ich zweimal bei Weißtannenhexenbesen erhalten, die im Januar ins warme Zimmer gebracht wurden.

Die Erklärung wird durch Wasserzufuhr gegeben. Der gesunde Astteil befand sich im Zustand der Winterruhe wie der übrige Baum; er lieferte dem Hexenbesen kein oder zu wenig Wasser. Als die Knospen des Hexenbesens durch die Wärme zum Austreiben gebracht wurden, stand nur so viel Wasser zur Verfügung, als der Hexenbesen selbst, der nicht im Zustand der Winterruhe sich befand, abgeben konnte. Nachdem dieses Reservoir erschöpft war, mußten die halb geöffneten Knospen vertrocknen, während abgeschnittene Zweige der gleichen Hexenbesen weiter wuchsen.

Unsere Untersuchung über die Winterruhe in den Zweigen der Hexenbesen hat somit ergeben, daß bei diesen Objekten eine eigentliche Ruhe oder autogene Ruhe nicht vorhanden ist; denn es gelingt ohne weitere Hilfsmittel von Anfang November an die Knospen nur durch die Wirkung der Wärme und Wasserzufuhr zum Austreiben zu bringen und anderseits zeigt die Beobachtung des verletzten Hexenbesens, daß noch Ende September in Folge Rückschnitt ein Knospenaustrieb erfolgt. Die Winterruhe der Hexenbesen ist somit eine erzwungene Ruhe. Die Mittel, um diese Ruhe zu erzwingen, sind sicher nicht allein die niedrige Außentemperatur, sondern auch das Ausbleiben der Wasserzufuhr so

wie die Zufuhr der Assimilate aus dem gesunden Teile des Baumes spielen dabei eine gewisse Rolle.

Wenn wir annehmen, daß bei unsern Bäumen die Winterruhe eine vererbte Eigenschaft wenigstens bis zu einem gewissen Grade ist, so muß aus den Experimenten geschlossen werden, daß der Krankheitszustand des Hexenbesens diese erbliche Eigenschaft der autogenen Ruhe aufhebt. In den Hexenbesen trifft somit das zu, was G. KLEBS auf Grund seiner Untersuchungen immer betont: eine Ruheperiode aus innern Gründen ist nicht vorhanden bei unseren Waldbäumen.

Eine weitere Diskussion dieses ganzen Fragenkomplexes will ich nicht hier bringen, weil dazu vorerst noch manche weitere Untersuchung notwendig ist.

Literaturverzeichnis.

FR. HARTMANN. Anatomische Vergleichung der Hexenbesen der Weißtanne mit den normalen Sprossen derselben. Inaug. Diss. Freiburg 1892.

W. JOHANNSEN. Das Äther-Verfahren beim Frühtreiben. Jena 1900. 2. Aufl. 1906.

G. KLEBS, Über die Rhythmik in der Entwickelung der Pflanzen. Sitzungsber. d. Heidelberger Akad. d. Wissensch. Math. naturw. Klasse 1911. 23. Abhandlung.

H. MÜLLER-THURGAU und O. SCHNEIDER V. ORELLI. Beiträge zur Kenntnis der Lebensvorgänge in ruhenden Pflanzenteilen. Flora 1912. Bd. 4 neue Folge.

W. PFEFFER. Pflanzenphysiologie. II. Aufl. Bd. II, 1904.

WILLIAM G. SMITH. Untersuchung der Morphologie und Anatomie der durch Exoasceen verursachten Sproß- und Blattdeformationen. Forstlich-naturwiss. Zeitschrift, 1894, Bd. III.

In der Sitzung am Freitag, dem **28. Mai 1915**, 7 Uhr abends, im Hörsaal des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität, Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 1 wird Herr

ERNST ULE

einen Vortrag über

„Biologische Beobachtungen im Amazonasgebiet“

halten.

Die für die Maisitzung einlaufenden Manuskripte werden nach Schluß des Vortrages und der sich ev. anschließenden Diskussion kurz besprochen werden.

Der Vorstand.

Sitzung vom 26. März 1915.

Vorsitzender: Herr J. BEHRENS.

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren:

Pulle, Dr. **A.**, Professor in **Utrecht**,
Kappert, Dr. **Hans** in **Berlin-Dahlem**,
Dörries, Dr. **Wilhelm** in **Zehlendorf** b. Berlin.

Mitteilungen.

14. E. Ule: Über einige eigentümliche Zweigbildungen der Bäume des Amazonasgebietes.

(Mit Tafel V.)

(Eingegangen am 8. März 1915.)

Das Wachstum der Bäume und ihre Verzweigung in den Äquatorialgebieten zeigt mancherlei Eigentümlichkeiten und Abweichungen von den Entwicklungsvorgängen in den gemäßigten Klimaten. Hierher gehört auch die Bildung von regelmäßig beblätterten Zweigen, die nach einem Jahre oder in gewissen Zeiträumen abgestoßen werden und also gewissermaßen wie zusammengesetzte Blätter erscheinen. Große fiederblattähnliche Zweige besitzen zum Beispiel die Arten der Gattung *Castilloa*. (Der Dimorphismus der Zweige von *Castilloa elastica* von F. A. F. C. WENT. Annales du Jardin Bot. de Buitenzorg vol. 14, 1. (1896).)

Ein anderes, auffälliges Beispiel fand ich bei *Macrolobium acaciaefolium* Bth. Auf einer Kanoefahrt im Surumu, im Savannengebiet des nördlichsten Brasiliens, beobachtete ich unter den Uferbäumen *Macrolobium acaciaefolium* Bth. mit scheinbar doppelt gefiederten Blättern von beträchtlicher Größe. An einer rutenförmigen Spindel von 3—4 dm Länge saßen je 10—14 unpaarig angeordnete Fiederchen von 10 bis 15 cm Länge, die aus je 12—16-paarigen linealischen, dicht gedrängten Blättchen zusammengesetzt waren.

Merkwürdigerweise saßen überall am Grunde der in diesem Falle die eigentlichen Blätter darstellenden Fiederchen kleine Auswüchse, die Stipulae glichen. Als ich dieselben dann untersuchte, stellte sich heraus, daß es die unentwickelten Blütentrauben waren. Später habe ich diesen Baum auch in Blüte und Frucht angetroffen. Die Trauben waren etwa 5—7 cm lang. Diese blühenden Zweige mit Fiederblättern fallen später jährlich ab und zur Verzweigung des Baumes dienen andere, besondere Zweige.

Die Bäume in Europa und in anderen Ländern mit gemäßigtem Klima entwickeln sich meist zuerst in Strauchform oder sind wenigstens schon von unten aus verzweigt. Durch Vertrocknen und Absterben der unteren Verzweigungen und die Ausbildung eines Hauptstammes entsteht erst der kahle, mehr oder weniger hohe Stamm.

In den Tropen und in den Wäldern des Amazonasgebietes ist es nicht selten, daß junge Bäume bis zu einer gewissen Höhe, ja 10 bis 20 Meter, in die Höhe wachsen, ohne sich zuerst zu verzweigen. Ich erwähne hier: *Hevea, Cordia, Cecropia, Ceiba, Bombax, Virola* und *Schizolobium*. Ein langer, dünner Stamm trägt bei diesen Bäumen einen Schopf von Blättern, die bei den großen, doppelt gefiederten von *Schizolobium excelsum* Vog. dem Baume fast das Ansehen eines Baumfarns geben. Endlich verzweigt sich der Stamm und bildet zuletzt eine mehr oder weniger ausgebreitete Krone. Bei einigen Myristicaceen, besonders *Virola*-Arten, die in ihrem Wuchs an manche Coniferen erinnern, erscheinen die ersten Zweige wie große Fiederblätter.

Im Urwalde gibt es auch verschiedene Bäume, die auf einem verhältnismäßig langen, dünnen Stamm nur eine kleine Krone tragen, wie man sie findet bei den Sapindaceen *Talisia cerasina* Radlkf. und *Toulicia reticulata* Radlkf., dann bei *Bombax balanoides* Ulbrich und den Leguminosen *Tachigalia formicarum* Harms, *T. spicata* Aubl. und *Inga microcoma* Harms. Solche Bäume mit kleiner, aber immerhin verzweigter Krone könnte man Entenbäume nennen.

Bäume mit wirklich unverzweigten Kronen, die den Namen Schopfbäume tragen, sind uns bekannt bei Palmen, Baumfarnen und Cycadeen, sie sind aber äußerst selten bei den Dicotylen. Als solche Schopfbäume sind zu nennen die Anacardiacee *Trichoscypha Oddoni* De Wild. und die Meliacee *Carapa procera* DC aus Afrika[1])

1) J. MILDBRAED, „Botanische Beobachtungen in Kamerun und im Kongogebiet." Verhandlungen des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg 1912. 54. Jahrgang S. (86)

und die Sapindacee *Talisia princeps*[1]) Oliv. aus Kolumbien, die als Clavijatypus bezeichnet werden. Dieser Name ist zuerst von GRISEBACH aufgestellt worden und umfaßt auch die keinesfalls seltenen kleineren und die wenig verzweigten Formen; gänzlich ungeteilte, höhere Bäume gibt es jedoch nur wenige.

Auch in der amerikanischen Hylaea gibt es solche dicotylen Schopfbäume, wenn sie auch noch wenig beachtet worden zu sein scheinen. J. HUBER erwähnt die Sapindaceen *Pseudima* und *Scyphonychium*, die im Staate Para als Schopfbäume wachsen. Schon früher hatte ich palmenähnliche Bäume an den Wasserfällen des Marmellos (Gebiet des Rio Madeira) beobachtet, die ich als zu den Dicotylen gehörig feststellte. Im Jahre 1910 wurden mir nun im Walde bei Manáos Schopfbäume gezeigt, die auf einem Stamm von 10 bis 20 Meter Höhe einen Schopf von großen, bis 3 Meter langen Fiederblättern trugen. Später habe ich dann noch am Taruman, etwas weiter von Manáos entfernt, einige solche Bäume gefunden, so daß mir mehr als 30 Exemplare bekannt waren. Soviel Mühe ich mir nun auch gab, irgendwo Blüten, Früchte oder Reste davon zu finden, so war mir dies trotz guten Fernglases und des Fällen eines Baumes nicht möglich. Als ich dann eine längere Reise nach dem Acre unternahm, gab ich Auftrag, die betreffenden Bäume zu beobachten, und wenn sich Blüten zeigen sollten, dieselben mir aufzuheben.

Am Acre kam ich im Januar nach dem Städtchen Xapury und mußte dort wegen Wassermangels 14 Tage liegen bleiben. Hier besuchte ich den kleinen Stadtpark, wo ich einige kleine Schopfbäume sah, die 6 Meter Höhe erreichten und ganz denen bei Manáos glichen. Niedrige Exemplare konnte ich dann an einer anderen Stelle untersuchen, wo ich sah, wie aus den Achseln der Fiederblättchen Büschel gestielter Blüten und Früchte eines *Phyllanthus* hervorbrachen. Da die großen, scheinbaren Fiederblätter abfallen und Narben, ähnlich den Blattnarben hinterlassen, so ist zwischen diesen Zweigen von *Phyllanthus* und den großen echten Fiederblättern anderer Schopfbäume äußerlich kein Unterschied vorhanden. Auch bei anderen Arten der Gattung *Phyllanthus* sitzen die Blüten an regelmäßig gestellten und beblätterten Zweigen, die wie Fiederblätter aussehen, oder an Phyllodien, denn der Fall, daß die Blüten an den Blättern entstehen, ist selten und kommt z. B. bei der Saxifragacee *Phyllonoma integerrima* Loes. vor. Die

1) H. HARMS, „Über die Sapindacee *Talisia princeps* Oliv.“ Verhandlungen des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg 1911. 53. Jahrgang, S (86). Oliver in Hook. Icon. pl. XVIII. (1888) t. 1769.

Phyllanthus-Art, welche den Schopfbaum bildet, scheint zu *Phyllanthus grandifolius* L. (ULE Nr. 9549) zu gehören, und in Neu-Guinea soll es eine ganz ähnliche Art geben.

Dieser *Phyllanthus* war am Acre recht häufig, fand sich aber auch, wenn die Krone verletzt oder abgebrochen war, verzweigt vor. Die Stämme waren nie so hoch wie bei dem Schopfbaume bei Manáos, trotzdem schienen mir beide Bäume spezifisch nicht verschieden zu sein.

Bei meiner Rückkehr nach Manáos hielt ich mich daselbst nur kurze Zeit auf und konnte nichts weiter über den Schopfbaum ermitteln. Erst nachdem ich einige Zeit wieder in Deutschland war, erhielt ich von Herrn G. HUEBNER aus Manáos die Nachricht, daß ein Exemplar des fraglichen Baumes eine große Blütenrispe getrieben habe. Es waren mir auch Blüten und Photographien zugeschickt worden, so daß der Baum, der sich zunächst als eine Rutacee erwies, bestimmt werden konnte. Da Herrn Dr. KRAUSE am Botanischen Museum die Rutaceen der Amazonas-Expedition zur Bearbeitung übergeben worden waren, so überließ ich ihm auch die Beschreibung dieser Pflanze. KRAUSE hat nun festgestellt, daß dieser Schopfbaum als besondere Gattung, die am meisten Verwandtschaft zu der Gattung *Dictyoloma* zeige, angesehen werden müsse, und nannte sie *Sohnreyia excelsa* (ULE Nr. 8899)[1]. Es gehört diese Art mit ihrer Krone von zahlreichen und großen Blättern, die vermutlich monocarp ist, wohl unter die schönsten der dicotylen Schopfbäume.

Zu den Bäumen mit kleiner Krone gehört auch eine *Theobroma*, welche eine ganz besondere Verzweigung aufweist. *Theobroma Cacao* L., der echte Cacao, kommt auch am oberen Acre wild im Walde vor, denn es ist ausgeschlossen, daß sie dort durch die Kultur eingeführt worden sei, es sei denn durch die jetzt schon ausgerotteten Indianer. Diese bekannte Kulturpflanze wächst im wilden Zustande sehr unregelmäßig, indem sie bald am Boden große Äste treibt, bald erst höher verzweigt ist. Auch die kleinen Blüten brechen ganz unregelmäßig am Stamm und den Ästen hervor.

Die fragliche Art *Theobroma* am Acre hat einen geraden, aufrechten Stamm und verzweigt sich in folgender Weise. Ein starker Sproß teilt sich an der Spitze in drei Zweige und diese spalten sich noch zweimal in je zwei Zweige, so daß also 12 Endzweige entstehen. Diese Endzweige tragen ca. 8 bis

1) K. KRAUSE, „Rutaceae". Notizblatt des Königl. botanischen Gartens und Museums zu Berlin-Dahlem. Nr. 55 (Bd. VI), S. 147.

12 große, 2—3 dm lange und 8—10 cm breite Blätter, so daß sie wie unpaarige Fiederblätter aussehen. Im anderen Jahre bricht an dem Hauptast, dem ersten Sproß, etwa der ersten Teilungsstelle gegenüber ein neuer Sproß hervor, der sich in derselben Weise verzweigt und eine neue Etage der Krone bildet. Die unteren Etagen sterben ab und es sind immer nur zwei vorhanden. Ganz junge Exemplare dieser *Theobroma* habe ich nicht beobachtet, wohl aber ziemlich junge, bei welchen die erste dreigabelige Teilung der Verzweigung fehlte, die mithin nur zweimal zweigabelig war.

An dem durch das Absterben der Zweige kahlen Stamm brechen im Juli und August überall dichte Büschel dunkel purpurner, verhältnismäßig großer Blüten hervor und im September bis Oktober erscheinen die großen, hellgelben Früchte, die etwas kleiner als die von *Theobroma Cacao* L. sind. Die Samen, die sogenannten Cacaobohnen, sind auch kleiner und ebenso wie bei dem echten Cacao in ein wohlschmeckendes, etwas schleimiges Fruchtfleisch eingebettet.

Diese *Theobroma*-Bäume mit bis 20 Meter hohem Stamm sind häufig am Acre und sollen noch häufiger am Rio Yaco, einem benachbarten Fluß, sein, wo, wie man mir mitteilte, oft überall die gelben Früchte hervorleuchten. Soweit ich nach dem verhältnismäßig dürftigen und ungenügend bearbeiteten Material des Herbariums habe ermitteln können, gehört diese Art zu *Theobroma Spruceana* Bern. (ULE Nr. 9609), welche auch im unteren Amazonasgebiet vorkommen soll.

Eine solche regelmäßige Etagenbildung gabeliger Verzweigung ist bei *Theobroma Spruceana* Bern. besonders schön entwickelt, sie liegt aber auch in der Verzweigung bei anderen Pflanzen vielfach zugrunde. Hierher sind zum Beispiel zu zählen Arten von *Cordia, Solanum, Cyphomandra, Mabea* usw., die mehr oder weniger deutlich Etagen mit gabeliger Verzweigung bilden.

Erklärung der Tafel V.

Sohnreyia excelsa Krause bei Manáos. Nach photographischer Aufnahme von G. HUEBNER in Manáos 1913.

15. Menko Plaut: Mit Fettfarbstoffen gefärbte Terpentinkitte, sowie über die Verwendung von Gelbglyzerin als Holz- und Korkreagens.

(Mit einer Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 8. März 1915.)

Im folgenden möchte ich den früher[1]) gemachten Ausführungen einige Bemerkungen hinzufügen, die sich auf die Herstellung und Verwendung des Terpentins in der mikroskopischen und biologischen Technik beziehen. Auf seine Verwendung als Deckglaskitt hat zuerst NÖRNER[2]) (aufmerksam gemacht durch Professor CSOKOR, Wien) für die Anfertigung von Milbenpräparaten hingewiesen; für die Auftragung empfiehlt er eine gebogene Stricknadel. Diese Methode des Auftragens, obwohl unpraktisch, ist bis heute beibehalten. So erwähnt noch STÖHR-SCHULZE in seinem Lehrbuch der Histologie 1914 eine Art Drahtspatel, ebenso A. MEYER in seinem eben erschienenen Praktikum. Die Umständlichkeit des Verfahrens, mit Hilfe des erhitzten Drahtes den Kitt aufzutragen hat wohl seither der Anwendung dieses ausgezeichneten Kitts im Wege gestanden.

Wesentlich vereinfacht wird das Arbeiten mit dem Kitt durch die von mir angegebene Präparatenkanne, über deren Anwendung und Konstruktion ich an genannter Stelle berichtet habe. Aus derselben wird der Terpentin um das Deckglas herumgegossen. Von VOSSELER[3]) wurde venetian. Terpentin als Einschlußmedium für zoologische Präparate an Stelle des Kanadabalsams empfohlen. Für diesen auch von SUCHANNECK[4]) und PFEIFER VON WELLHEIM[5]) empfohlenen Zweck ist eine Reinigung und Neutralisation

1) M. PLAUT, Eine Präparatenverschlußkanne, Venetianisches Terpentin als Deckglaskitt. Zeitschrift f. w. Mikrosk., XXX, S. 476.

2) NÖRNER, I. Beiträge zur Behandlung mikroskopischer Präparate Archiv f. mikroskopische Anatomie 1882, S. 351.
„ II. Zur Behandlung mikroskopischer Präparate. Zeitschrift f. wiss. Mikroskopie, Bd. III, S. 23.
„ III. Zur Behandlung von Milben. Ebenda, Bd. V, S. 163.

3) VOSSELER, Einige Winke für die Herstellung von Dauerpräparaten. Ebenda, Bd. VI, S. 2, Bd. VII, S. 457.

4) SUCHANNECK, Notiz über die Verwendung des venetianischen Terpentins usw. Ebenda, VII, S. 46.

5) VON WELLHEIM, Mitteilungen über die Verwendbarkeit des venetianischen Terpentins bei botanischen Dauerpräparaten. Ebenda, VIII.

des Terpentins notwendig, damit die Präparate nicht angegriffen werden; für die Verwendung als Deckglas- und Präparatenkitt ist *eine solche dagegen unnötig.*

Für den Deckglaskitt wurde empfohlen, den im Handel befindlichen rektifizierten venetianischen Terpentin auf dem Sandbad einzudicken; dieses Verfahren, das ich seit Jahren verwende, liefert immer denselben gleichmäßigen dunkelgelben stark lichtbrechenden, nicht spröden und durchsichtigen Kitt.

Man kann jedoch für Präparatenzwecke ebenfalls den viel billigeren künstlichen venetianischen Terpentin, der ebenfalls in Sirupkonsistenz in den Handel kommt, benutzen, doch ist seine Verarbeitung etwas schwerer, wie die des rektifizierten, möglicherweise *weil derselbe aus schlechteren Terpentinsorten und öfters* nicht aus reinem Lärchenterpentin besteht. Nach HIRSCHSOHN (s. BOTTLER Harze und Harzindustrie S. 56, 1907) soll man einen Zusatz von gewöhnlichem Terpentin zu Lärchenterpentin durch Prüfung mit Ammoniak fesstellen können.

Ein Teil gewöhnlicher Terpentin mit fünf Teilen Ammoniak ergibt milchige Trübung.

Ein Teil Lärchenterpentin mit fünf Teilen Ammoniak ergibt keine Trübung.

Bekanntlich ist der Terpentin aus der Kiefer stets trüb, die Trübung ist verursacht durch starkes Auftreten von Kristallen der Abietinsäure, welche wetzsteinförmige Form haben. Dagegen besitzt der Lärchenterpentin eine große Klarheit und scheidet keine Kristalle aus. Man kann also auch mikroskopisch beide Sorten unterscheiden [1]).

Schüttelt man nach FLÜCKIGER den Terpentin mit 65 pCt. Alkohol und scheiden sich mikroskopisch wahrnehmbare Kristalle ab, so ist im Lärchenterpentin gemeiner Terpentin vorhanden. Weitere Unterschiede sollen sich aus den Säurezahlen ergeben [2]). Der Grund, warum gerade der venetianische Terpentin für Klebezwecke so außerordentlich geeignet ist, liegt meines Erachtens in seiner Eigenschaft, nicht zum kristallisieren zu neigen, wogegen die gemeinen Terpentine sehr viel Kristalle enthalten und infolgedessen spröder sind.

Der artifizielle Terpentin wird auf dem Sandbad beim Eindampfen etwas dunkeler und braucht längere Zeit zum Erhärten

1) MOLISCH, Mikrochemie der Pflanzen. Jena 1913.

2) WIESNER, Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. Bd. I, 1900, S. 214.

(ca. 12—15 Stunden) wie der rektifizierte, der schon in der Kälte erstarrt, wenn er 4 Stunden erhitzt wurde.

Über gefärbte Terpentine und ihre Verwendung für die Herstellung von Präparatenmappen.

Bei der Bestimmung von Samen hat man seither als Vergleichsobjekte meist solche, die in kleinen Glastuben aufgehoben wurden, herangezogen. Diese Methode der Vergleichsbestimmung ist unzweckmäßig und ungeschickt; man muß erst das Vergleichsgefäß öffnen, eine größere Zahl Samen mit mehr oder minder großer Sorgfalt dem Glas entnehmen und kann dann erst den Samen im Uhrschälchen unter der Lupe oder dem Binokular untersuchen. Viel einfacher und handlicher ist eine Vergleichssammlung hergestellt durch Aufkleben einzelner Samen auf Objektträger. Als Klebestoff benutzt man venetianischen Terpentin nach *dem von mir* angegebenen Verfahren, als Hilfsinstrument die mikroskopische Präparatenkanne.

Eine solche Sammlung hat vor allem den Vorteil, daß sich die Bilder viel besser einprägen, als wenn man eine Masse der Samen vor Augen hat. Das Studium der Einzelheiten bei den in nur wenigen Stücken vorliegenden Objekten ergibt ein Bild, das im Gedächtnis haftet und für Lehrzwecke sich sehr gut eignet. Auch können Interessenten, insbesondere Landwirte und Gärtner, leicht Spezialsammlungen von Unkrautsamen, Grassamen oder Leitformen der Provenienzbestimmung in Mappen zu Vergleichproben sich vorrätig halten.

Für die Herstellung der Samenpräparate benötigte ich schwarzen Terpentin, da es sich als zweckmäßig erwies, helle Samen, insbesondere Gräser von einer dunkelen Unterlage sich abheben zu lassen, damit die Strukturverhältnisse besser zur Geltung kommen. Anfänglich versuchte ich denselben durch Zusatz von Ruß zum gehärteten Terpentin zu erhalten; der Kitt war schön glänzend, doch ließ die Klebekraft infolge des starken Zusatzes von Ruß bedeutend nach.

Da die Fettreagenzien zugleich auch die Harze färben, so lag der Gedanke nahe, gefärbte Terpentine durch Färbung mit Fettfarbstoffen zu erhalten. Ich versuchte zunächst durch Zusatz alkoholischer Sudanlösung den venetianischen harten Terpentin zu färben; ich erhielt beim Zufügen in der Wärme sofort eine intensiv fuchsinrote Durchfärbung von prachtvoller Farbe, doch stellte es sich schließlich als einfacher heraus, Sudan III in Kristallform zuzusetzen; man vermeidet so

eine Konsistenzänderung, die leicht eintritt, wenn man den Farbstoff in alkoholischer Lösung, wenn auch nur spurenweise zufügt.

Den roten Terpentinkitt kann man auch durch Zusatz von Scharlachrot herstellen, doch ist die Färbung etwas dunkler und nicht ganz so schön. Den schwarzen Terpentin, den ich oben erwähnte, habe ich in brauchbarer Form durch Benutzung von Nigrosin fettlöslich erhalten, auf das ich von dem Inhaber des GRÜBLERschen Laboratoriums, Herrn Dr. HOLLBORN, aufmerksam gemacht wurde und dem ich auch an dieser Stelle für verschiedene Mitteilungen freundlichst danke. Das GRÜBLERsche Laboratorium *wird die Kitte nach den von mir gemachten Angaben herstellen* und abgeben.

Der blaue Terpentin läßt sich schnell und einfach durch Zusatz von Indophenol, der grüne durch Mischung von blauem Terpentin und solchem, der mit Dimethylamidoazobenzol gelb gefärbt ist, herstellen. Mit dem FRANCHIMONT-UNVERDORBENschen Harzreagens (Kupferacetat) bilden sich grüne Zonen um die Kristalle und eine Durchfärbung tritt nicht ein.

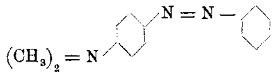
Diese Kitte sind außer für die Befestigung von Gegenständen, wie Samen, etc. auf Glasplatten, für alle möglichen andern Zwecke im Laboratorium, wo es sich um schnelles und sicheres Befestigen, *Dichten und Zusammenkitten insbesondere von Glas handelt*, sowie zum Befestigen von kleinen 3-mm-Quadrat-Korktäfelchen auf weißen Milchglasscheiben zum Anlegen von Insektensammlungen gut zu verwenden. Die Kitte werden im Laufe der Zeit steinhart. Ich benutze sie auch als Deckglaskitte von verschiedenen Farben zum Unterscheiden von Präparatenserien.

Ich habe erwähnt, daß der gelbe Kitt durch Färben mit Dimethylamidoazobenzol hergestellt wird. An dieser Stelle möchte ich auf die früher von mir gemachten Angaben, daß Dimethylamidoazobenzol („Gelbglyzerin") als Holz- und Korkreagens zu verwenden ist, zurückkommen[1]). Das Buttergelb wurde von ARTHUR MEYER[2]) zuerst für die *Fettfärbung von Bakterien in* der Mikroskopie benutzt, ich habe es dann als Gelbglyzerin für die Verwendung als Reagens auf Kork und Holz herangezogen. „Man kann verholzte und verkorkte Lamellen unterscheiden, wenn man den Tropfen Gelblösung mit einem Tropfen verdünnter Salzsäure mischt; es entsteht augenblicklich das prachtvoll fuchsinrot aussehende Salz, dessen Lösung die Eigenschaft besitzt nur die

1) M. PLAUT, Über die Veränderungen im anatomischen Bau der Wurzel während des Winters. Jahrbücher für wissenschaftl. Bot. 1910, Bd. 48, S. 151.

2) A. MEYER, Flora Bd. 86, S. 433.

verholzten Membranen intensiv rot zu färben." MYLIUS[1]) bestätigte die Brauchbarkeit des Reagenzes. Die Eigenschaft prägnante Doppelfärbung auf Holz und Kork zu erhalten, läßt sich aus den chemischen Eigenschaften des Körpers erklären, wenn die Theorie, wie sie von MICHAELIS[2]) aufgestellt wurde, richtig ist und nicht vielmehr auch die Ionisation des Indikators eine Rolle spielt. MICHAELIS schreibt: Dimethylamidoazobenzol hat folgende Formel:



Infolge Anwesenheit der $(CH_3)_2$ Gruppe besitzt der Farbstoff basische Eigenschaften, seine freie Base ist gelb in Wasser unlöslich, löslich in Chloroform, Fett und Oel etc. Seine Salze sind rot und wasserlöslich. Die Affinität der Base zu Säuren ist aber so gering, daß es gelingt, durch bloße Extraktion das Salz zu spalten. Schüttelt man eine wässerige Lösung des roten salzsauren Dimethylamidoazobenzols mit Chloroform oder Olivenöl, so geht die freie Farbbase mit gelber Farbe in das Extraktionsmittel und das Wasser wird farblos. Es ist also die chemische Affinität des Dimethylamidoazobenzols zur Salzsäure geringer als die Lösungsaffinität zum Chloroform."

Setzt man in einem Reagenzglas zu Gelbglyzerin etwas Salzsäure oder Essigsäure bis zur Rotfärbung, so sieht man sehr schnell, daß zugesetztes Chloroform die Base mit gelber Farbe löst, während über dem gelb gefärbten Chloroform die Lösung des roten Salzes sich befindet. Insbesondere erhält man die Reaktion sehr schön scharf, wenn man zu der mit Chloroform versetzten angesäuerten Lösung Ammoniak gibt und dann wieder ansäuert. Nach dem Schütteln steht unten die gelbe Chloroformlösung, oben die schön fuchsinrote Salzlösung. Die Reaktion ist sehr instruktiv und erklärt die Wirkung im mikroskopischen Bild. Da ich nun gezeigt habe[3]), daß das salzsaure Salz ein Holzfarbstoff ist, die freie Base des Dimethylamidoazobenzol ein Korkfarbstoff, so kann man mit einer ganz schwach sauren

1) MYLIUS, Das Polyderm. Bibliotheca Botanica. Bd. 79, S. 88.

2) MICHAELIS, Deutsch. medizin. Wochenschrift, 1901, Bd. 27.

3) PLAUT, Untersuchungen über die physiologischen Scheiden der Gymnospermen, Equisetaceen und Bryophyten. Jahrbücher für wissensch. Botanik, Bd. 46, 1909, S. 121 ff.

Lösung das Holz rotfärben, während Suberin und cutisierte Lamellen genau wie Chloroform die freie gelbe Farbbase aufnehmen.

Wir haben also in den Salzen des Dimethylamidoazobenzols eine schöne Doppelfärbung mit einer kristallisierenden chemischen Verbindung.

Geprüft habe ich die mikroskopische Reaktion an den sehr merkwürdigen in ganz allgemeiner Verbreitung vorkommenden metakutisierten von mir beschriebenen Korkzellen im Gefäßsystem *der Nadeln der Coniferen sowie in den Scheiden* der Harzkanäle. Ich konnte s. Z. dieselben bei allen untersuchten Abietineen, bei *einzelnen* Taxodien, *doch nicht bei* den Taxaceen, Cupressaceen

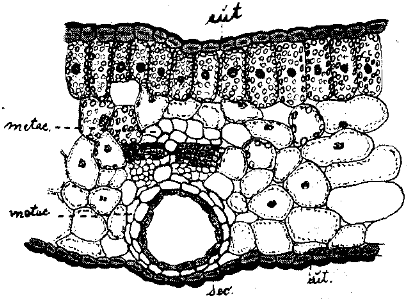


Fig. 1. *Tsuga canadensis.* Nadelquerschnitt, *metakutisierte Zellen im Gefäßteil* und Harzkanal.

und Gingkoineen finden[1]). Diese Erscheinung wollte ich mit andern als den damals benutzten Korkreagenzien nachprüfen und zugleich die Brauchbarkeit von Gelbglyzerin Indophenol und Nigrosin (— alles Fettfarbstoffe —) untersuchen. Ich konnte die *metakutisierten Zellen bei verschiedenen untersuchten* ***Pinus*** und *Abies*arten mit den genannten Reagenzien leicht wiederfinden. Insbesondere war die Färbung mit Indophenol (alkoholische Lösung mit gleichen Teilen Glyzerin versetzt) sehr klar.

1) **ZACHARIAS hat Botan. Zeitung 1879, S. 616, Über Sekretbehälter mit verkorkten Membranen, die Verkorkung der Wandung einer Reihe von Sekretbehältern, doch nicht die der Gymnospermen untersucht.**

Aufgefallen war mir gelegentlich früherer Untersuchungen der außerordentlich scharf sich abhebende Ring von metakutisierten Zellen aus 2—3 Zelllagen bestehend von *Tsuga canadensis.* Bringt man den Schnitt nach Eau de Javelle-Behandlung in ganz schwach mit Salzsäure angesäuertes Wasser ins Uhrschälchen und überträgt von da in Gelbglyzerin (in dem man auch einschließt) so sieht man sofort die Kuticula ebenso wie auch die metakutisierten Zellen zwischen den Gefäßteilen und den Scheiden des Harzkanals intensiv gelb gefärbt. Die Gefäße sind intensiv fuchsinrot. Ebenso tritt die Färbung mit Sudanglyzerin und Anilinsulfat (Rotfärbung der kutisierten Zellmembranen und Gelbfärbung der verholzten Teile ein) s. Fig. 1.

Für die Färbung mit Sudanglyzerin ist Erwärmung der Schnitte vorteilhaft; schon in der Kälte tritt die Korkreaktion sehr schnell ein mit Indophenol, das Kutikula, die Korkzellen der Kartoffel, die Suberinlamellen der Endodermiszellen im Sekundär- und Tertiärzustand vom Rhizom von *Convallaria,* ebenso wie die metakutisierten Zellen der Harzkanalscheiden intensiv blau färbt. Das Indophenol ist ein gutes Reagenz auf verkorkte Zellmembranen und färbt sehr intensiv. Ganz schwach werden nach einiger Zeit auch die verholzten Zellenwände angefärbt, doch gelingt es leicht Verholzung und Verkorkung zu unterscheiden, wenn man die Schnitte erst mit Anilinsulfat färbt. Dann sind die verholzten Teile gelb, die verkorkten blau gefärbt. Indophenol färbt so intensiv, daß oft die Vorbehandlung mit Eau de Javelle unnötig wird. Mit Nigrosin fettlöslich habe ich bei Korkfärbungen schlechte Resultate erhalten.

Hohenheim, Landwirtsch.-chem. Versuchsstation.

16. A. Ursprung: Über die Blasenbildung in Tonometern.

(Eingegangen am 22. März 1915.)

Als „Tonometer“ fasse ich alle Apparate zusammen, die zur qualitativen oder quantitativen Ermittlung der Flüssigkeitskohäsion *benutzt worden sind. Da sich die Verhältnisse in Tonometern* leichter übersehen lassen als in pflanzlichen Zellen, beginne ich die Besprechung der Blasenbildung mit ihnen, um mich später den pflanzlichen Zellen zuzuwenden.

I. Allgemeines über die Bedingungen der Blasenbildung in Flüssigkeiten.

In Flüssigkeiten, welche Gase gelöst enthalten, ist eine Blasenbildung beobachtet worden bei:

1. Temperaturerhöhung. Ist eine Flüssigkeit bei gewöhnlicher Temperatur mit Gas gesättigt, so tritt bei Erhöhung der Temperatur in der Regel Übersättigung ein. Diese ist leicht daran kenntlich, daß an den Gefäßwänden oder an eingetauchten festen Körpern Blasen auftreten.

2. *Druckverminderung.* Die Gasmenge, welche die Volumeinheit Flüssigkeit bei Sättigung enthält, hängt bekanntlich außer von der Temperatur auch vom Druck ab; es tritt daher nach dem Gesetz von HENRY bei Erniedrigung des Druckes Übersättigung ein.

3. Mischung zweier Flüssigkeiten. Werden nur solche Flüssigkeiten gemischt, welche eine Blasenbildung durch chemische Einwirkung ausschließen, so ist die Möglichkeit gegeben, daß die durch Mischung entstandene Flüssigkeit weniger Gas aufzulösen vermag; es kann also wiederum Übersättigung eintreten. Mischt man 52,3 Vol. Alkohol und 47,7 Vol. Wasser, so erfolgt eine Kontraktion (96,35 Vol. statt 100) und eine Erhöhung der Temperatur, wodurch sich ein Teil der gelösten Luft ausscheidet.

4. Erstarren der Flüssigkeit. Ein bekanntes Beispiel hierfür bildet die Ausscheidung der gelösten Gase beim Gefrieren des Wassers. Die Blasen werden um so zahlreicher, je dicker die Eisschicht ist, weil der immer kleiner werdende Wasserrest immer mehr mit Luft übersättigt wird.

5. Erschütterung. In einem unten verschlossenen, mit lufthaltigem Wasser gefüllten Glasrohr treten Blasen auf, wenn es

durch Reibung in longitudinale Schwingungen versetzt wird. Die Bildung kleiner Bläschen, welche eine stellenweise Trübung der Flüssigkeit bedingen, erfolgt nach KUNDT und LEHMANN[1]) auch in völlig luftfreiem Wasser. Sie soll darauf zurückzuführen sein, daß das Wasser infolge der intensiven Schwingungen in viele kleine Partien zerreißt. — Reibt man die Wand eines Glases, das übersättigte Lösung enthält (Sodawasser), mit einem Glasstab, so treten an den Reibungslinien Blasen auf. Es soll dies nach GERNEZ[2]) darauf beruhen, daß die kleine Flüssigkeitsmenge zwischen Wand und Glasstab in Schwingungen gerät und daß hierdurch ein Zerreißen der Flüssigkeit hervorgerufen werden kann.

6. Eintauchen fester Körper in übersättigte Lösungen. Wird ein fester Körper z. B. ein Platindraht in eine übersättigte Lösung getaucht, so treten an ihm Blasen auf. Die Blasenbildung unterbleibt jedoch, wenn der Draht vorher durch Glühen oder durch längeres Liegen in Flüssigkeit von der adhärierenden Luftschicht befreit wurde.

II. Die Erklärung der Blasenbildung in übersättigten Lösungen.

Nach GERNEZ, der sich eingehend mit diesen Fragen beschäftigt hat, entstehen in übersättigten Lösungen die Blasen nie im Innern der Flüssigkeit, sondern stets an der Oberfläche eines festen Körpers. Früher glaubte man, daß die festen Körper, speziell die Rauhigkeiten, an welchen die Bläschen auftreten, die Flüssigkeit stärker anziehen als das Gas und so das letztere in Freiheit setzen. Von GERNEZ wurde jedoch gezeigt, daß ein fester Körper nicht als solcher wirkt, sondern nur durch die adhärierende Gasschicht. Fehlt diese vollständig, so soll auch die Blasenbildung aufhören, obschon das Wasser viel gelöste Luft enthält. Zur Illustration diene folgender Versuch: Wasser, das unter einem Druck von 3 Atm. mit CO_2 übersättigt wurde, wird in ein Rohr gegossen, das vorher sorgfältigst mit Kalilauge, destilliertem Wasser und siedendem Alkohol gereinigt worden war; es trat keine einzige Blase auf, selbst dann nicht, als der Raum über der Flüssigkeit mit einer Quecksilberluftpumpe evakuiert wurde.

Was nun die adhärierende Gasschicht betrifft, so ist bekannt, daß sich ein fester Körper bei Berührung mit einem Gas mit einer

1) Pogg. Ann. 153, 1874, S. 4.

2) GERNEZ, Recherches sur les solutions gazeuses sursaturées. Ann. scient. de l'école norm. sup., Sér. II, T. IV, 1875, S. 362.

äußerst dünnen Schicht desselben überzieht. Nach QUINCKE[1]) nimmt die Dichte des Gases mit der Annäherung an den festen Körper zu und es soll die anliegende Gasschicht die Dichte des festen Körpers selbst besitzen. Um eine ungefähre Vorstellung von der Dicke der adsorbierten Schicht zu geben, sei erwähnt, daß sie für Kohle und Kohlensäure (bei 8,2 Atm. Druck und 12,4°) zu 5 $\mu\mu$ berechnet wurde. Die verdichtete Gasschicht hält so fest, daß auch die weitgehendste Druckverminderung zu ihrer Entfernung nicht genügt.

Die Blasenbildung können wir uns mit GERNEZ folgendermaßen vorstellen: Wird z. B. eine O-Schicht in eine mit CO_2 übersättigte Lösung eingeführt, so gibt die Flüssigkeit in die O-Atmosphäre wie in einen leeren Raum solange CO_2 ab, bis die CO_2 jene Spannung hat, die dem Absorptionskoeffizienten in der Flüssigkeit entspricht. Das Volumen der Blase wächst und mit ihm der Auftrieb, und sobald dieser die entgegenwirkenden Kapillarkräfte überwindet, steigt die Blase empor, wobei sie weiter wächst, z. T. wegen der Abnahme des Druckes, z. T. wegen der Berührung mit neuen übersättigten Flüssigkeitsschichten. Hat die Gasschicht dieselbe chemische Zusammensetzung wie das gelöste Gas, *so erfolgt die Blasenbildung, wie experimentell gezeigt wurde* und a priori leicht verständlich ist langsamer.

III. Die Blasenbildung in Tonometern.

In Wasser, das in Glasgefäßen eine Zugspanuung erleidet, scheint die Blasenbildung ebenfalls an der Wand zu erfolgen. So schreibt JULIUS MEYER[2]): „Der Entstehungsort der Blase, also die Bruchstelle, befand sich, so oft ich die Erscheinung zu beobachten Gelegenheit hatte, niemals im Innern der Flüssigkeit selbst, sondern an der Berührungsstelle Flüssigkeit — Glas. Bei reiner Flüssigkeit und glatter reiner Glasoberfläche scheint kein Punkt als Ausgangspunkt der Blase bevorzugt zu sein, denn das Zerreißen der Flüssigkeit erfolgte, so oft es beobachtet werden konnte, abwechselnd an verschiedenen Punkten der Tonometerwand, die *regellos verstreut waren.*"

Für den Ort der Blasenbildung liegen a priori 3 Möglichkeiten vor:

1. Der Riß erfolgt in der Flüssigkeit selbst. Für diese Annahme spricht der Umstand, daß die Adhäsion nach der

1) QUINCKE, Pogg. Ann. **108**, 1859, S. 326.

2) J. MEYER, Zur Kenntnis des negativen Druckes in Flüssigkeiten. Abh. d. Deutsch. Bunsen-Ges. Nr. 6, 1911.

allgemeinen Ansicht der Kohäsion überlegen sein soll. Gegen diese Annahme sprechen die großen Abweichungen, welche nicht nur verschiedene Autoren, sondern derselbe Autor mit demselben Apparat für die „Kohäsion" des Wassers erhalten hat. Es ist doch nicht einzusehen, warum die Zugfestigkeit des Wassers weniger konstant sein soll als die der weniger homogenen Metalle. Auch die vorliegenden Beobachtungen über den Ort der Blasenbildung machen diese Annahme wenig wahrscheinlich ohne direkt ihre Unrichtigkeit zu beweisen, da ja zwischen Wand und Blase eine äußerst dünne Flüssigkeitslamelle zurückbleiben kann.

2. Der Riß erfolgt zwischen Flüssigkeit und Wand; es wird also nicht die Kohäsion überwunden, sondern die Adhäsion. Soweit ich die physikalische Literatur überblicke, soll allgemein bei benetzenden Flüssigkeiten die Adhäsion zwischen Flüssigkeit und Wand größer sein als die Kohäsion der Flüssigkeit. Suchen wir nach Beweisen, so finden sich neben der bekannten Erscheinung des Randwinkels Experimente folgender Art angegeben: Taucht man einen reinen Glasstab in Wasser und zieht ihn vertikal heraus, so werden die an dem Stabe durch Adhäsion haftenden Wasserteilchen von ihrer Umgebung losgerissen, mit welcher sie durch die Kohäsion zusammenhängen. Wird eine Adhäsionsplatte aus Glas oder Metall, die an dem einen Arm einer Wage horizontal aufgehängt und äquilibriert ist, mit einer Wasseroberfläche in Berührung gebracht, so müssen auf die andere Wagschale weitere Gewichte aufgelegt werden, um die Platte loszureißen. Tritt zwischen Platte und Wasser Benetzung ein, so sollen die aufgelegten Gewichte ein Maß sein für die Kohäsion des Wassers, da die losgerissene Platte eine Schicht Wasser mit sich fort reißt. „Ganz dieselben Resultate erhielt GAY-LUSSAC, als er die Glasscheibe der vorigen Versuche durch eine Kupferscheibe ersetzte, was einen neuen Beweis dafür liefert, daß durch diese Versuche wirklich die Kohäsion der Flüssigkeiten gemessen wird."[1]) Demgegenüber ist nun zu bemerken, daß bei derartiger Versuchsanstellung die Kohäsion des Wassers gar nicht voll zur Geltung kommen kann. Für Flüssigkeiten ist eben die Bestimmung der Zugfestigkeit viel schwieriger als für feste Körper, weil die Einschließung in ein Gefäß und damit die Einführung einer neuen Fehlerquelle nicht zu umgehen ist. Die „Kohäsions"-Werte in den Versuchen mit Adhäsionsplatten sind von ganz anderer Größenordnung (unter $^1/_{1000}$ Atm.) als in den Tonometerversuchen; die

1) WÜLLNER, Lehrbuch d. Experimentalphysik, I, 5. Aufl., 1895, S. 368.

nach der ersten Methode gefundenen Zahlen sind somit unbrauchbar, um das Verhältnis zwischen Kohäsion und Adhäsion in den Tonometern zu beurteilen. Für ein Überwiegen der Adhäsion über die Kohäsion tritt ferner BUDGETT[1]) ein. Er zeigte, daß das Aneinanderhaften sorgfältig polierter Metalloberflächen auf der Anwesenheit dünner, für das bloße Auge nicht sichtbarer Flüssigkeitsschichten beruht. Durch genügend starken Zug werden die Metallblöcke voneinander getrennt, worüber folgendes mitgeteilt wird: „As the liquid always appears to be distributed very equally between each of the blocks after breakage has occurred, even when one of them has been left perfectly dry before wringing, it is probable that rupture takes place in the liquid itself." Also wiederum nichts Überzeugendes. — Gegen eine Überwindung der Adhäsion in den Tonometern sprechen aber auch die stark abweichenden Zahlenwerte; es ist nicht einzusehen, warum dasselbe Wasser an ein und derselben Glasfläche verschieden stark adhärieren soll.

Suchen wir nach Gründen für die Überwindung der Adhäsion, so ist wiederum ein befriedigendes Argument nicht aufzufinden. Die direkte Beobachtung ist hier äußerst schwierig, da die Blase plötzlich und an einer unbekannten Stelle auftritt. Außerdem läßt sich weder mit freiem, noch mit bewaffnetem Auge das Fehlen einer Wasserlamelle zwischen Wand und Blase beweisen, die unter Umständen nicht dicker ist als der Radius der Molekularwirkungssphäre. Diese Entfernung, bis zu welcher die Glaswand die Wassermoleküle anzieht, wird von QUINCKE[2]) zu 0,05 μ angegeben. EVA RAMSTEDT[3]) scheint sich, wie ich nachträglich aus einem Referat ersehe, dahin zu äußern, daß die Reißspannung „wahrscheinlich" nicht ein Maß für die Kohäsion der Flüssigkeit, sondern für ihre Adhäsion an den Gefäßwänden sei.

3. Die Blasenbildung erfolgt in der von GERNEZ für übersättigte Lösungen geschilderten Weise. Damit dies möglich wird, muß adsorbiertes Gas vorhanden und das Wasser übersättigt sein. Was zunächst die Gasschicht betrifft, so ist in Tonometern eine Zugspannung des Wassers bekanntlich nur denkbar, wenn alle, auch die kleinsten Blasen fehlen. Wie wollen wir

1) H. M. BUDGETT, The adherence of flat surfaces. Proc. Roy. Soc. London, Ser. A., Bd. 86, 1912, S. 25.

2) QUINCKE, Pogg. Ann. 137, 1869, S. 402.

3) EVA RAMSTEDT, Beiträge zur Kenntnis des Verhaltens gedehnter Flüssigkeiten. Arkiv för Mat. Astron. och Fys. 4, Nr. 16, 1908. Ref. in den Beibl.

aber das Fehlen von Blasen feststellen? Ist ein Teilchen, das die Dimension der „Amikronen“ hat, also auch mit dem Ultramikroskop nicht gesehen werden kann, ebenfalls noch als Blase zu bezeichnen? Für uns ist es vor allem wichtig zu wissen, ob die der Wand adhärierende Gasschicht, welche nach GERNEZ für die Blasenbildung in übersättigten Lösungen verantwortlich ist, das Auftreten von Zugspannungen verhindert. Ich konnte in meinen Heberversuchen, über die ich früher[1]) kurz berichtete, mehrfach beobachten, daß dasselbe Wasser, welches gewöhnlich bei einer Zugspannung von ca. 10 cm Wasser riß, eine deutlich höhere Spannung aushielt, wenn es längere Zeit im Heberrohr gestanden hatte. Wurde hierauf dem Heberrohr Gelegenheit gegeben, staubfreie Luft zu adsorbieren, so erfolgte auch der Riß wieder bei einer geringeren Zugspannung. EVA RAMSTEDT machte ebenfalls die Beobachtung, daß der Riß ceteris paribus schwerer auftritt, wenn die Flüssigkeit sich längere Zeit — besonders unter Überdruck — im Tonometer befunden hatte. Dies erinnert nun ganz an die von GERNEZ erwähnte Tatsache, wonach ein Platindraht, der beim Eintauchen in Sodawasser Blasen bildet, diese Fähigkeit immer schwächer zeigt und zuletzt ganz verliert, wenn man ihn genügend lange mit einer Flüssigkeit in Berührung läßt, die das adhärierende Gas löst. Der Umstand, daß in meinem Heberapparat überhaupt eine Zugspannung möglich war, beweist, daß „Blasen“ fehlten; das Steigen und Fallen dieser Zugspannung unter ähnlichen Bedingungen wie bei GERNEZ, erlaubt den Schluß, daß hier wie dort der Wand Luft adhärierte.

Der naheliegende Einwand, es müsse diese Luftschicht eine Adhäsion zwischen Wasser und Wand und damit auch eine Zugspannung der Flüssigkeit ausschließen, ist unberechtigt. Denn einmal ist diese Luftschicht, wenn die unter II. erwähnte Berechnung der Größenordnung nach zutrifft, äußerst dünn und nimmt bei Berührung mit Wasser noch mehr ab. Die Entfernung, bis zu welcher die Wand die Wassermoleküle anzieht, ist aber nach QUINCKE 0,05 μ, also bedeutend größer. Zudem hat VOIGT[2]) den Nachweis erbracht, daß Platten selbst dann noch aneinander haften, wenn sie durch einen Zwischenraum von 0,00036 mm, voneinander getrennt sind. Dieser Abstand ist aber größer als die von QUINCKE angegebene Wirkungssphäre der Molekeln. Den Zusammenhang vermittelt nach VOIGT die Gasschicht, die z. T. so stark ver-

1) URSPRUNG, Zur Demonstration der Blasenbildung in Wasser von verschiedenem Luftgehalt. Diese Berichte, Bd. 33, S. 108, 1915.

2) VOIGT, Wied. Ann. 1883. 19. S. 39.

dichtet sein soll, daß sie in mancher Hinsicht einer Flüssigkeit gleicht[1]).

Was die andere Frage nach dem Vorhandensein übersättigten Wassers betrifft, so läßt sie sich leicht beantworten. Wir nennen eine Lösung bekanntlich übersättigt, wenn sie mehr Gas gelöst enthält, als zur Sättigung nötig ist. Die Abhängigkeit der Absorption vom Druck ersehen wir aus der Formel $\frac{\beta . P}{76} \cdot s$, welche die von der Volumeinheit Flüssigkeit unter dem Drucke Pcm *Quecksilber bei der Sättigung absorbierte Gasmenge darstellt.* (β = Absorptionskoeffizient, s = Gewicht der Volumeinheit Gas bei 0° und 76 cm Druck.) Hieraus folgt, daß beim Druck 0 die Gasmenge 0 absorbiert wird und daß daher eine in Zugspannung befindliche Flüssigkeit übersättigt ist, wenn sie auch nur eine Spur Gas gelöst enthält. Nun sind sich aber die verschiedenen Autoren darin einig, daß das in den Tonometern enthaltene Wasser niemals frei sein wird von den letzten Spuren gelösten Gases. Wir müssen daher das im Tonometer unter Zugspannung stehende Wasser als übersättigt bezeichnen.

Damit sind nun aber die Grundbedingungen erfüllt, welche uns erlauben die GERNEZsche Erklärung auf die Tonometer zu übertragen. Hiernach hätten wir uns die Blasenbildung etwa folgendermaßen vorzustellen: Mit zunehmendem negativem Druck wird das Wasser immer mehr mit Luft übersättigt und daher immer mehr zur Blasenbildung geneigt. Diese wird offenbar am leichtesten dort erfolgen, wo sie am wenigsten Widerstand findet. In der Flüssigkeit selbst wäre die volle Kohäsion zu überwinden; an Wandstellen, die ganz frei von Gas sind müßte die Gesamtgröße der Adhäsion bezwungen werden. Wo aber der Wand eine feine Luftschicht adhäriert, da kann diese durch den relativ geringsten Aufwand von Kräften sich vergrößern, indem Kohäsion wie Adhäsion nicht mit voller Stärke entgegenwirken. Ob nun die Blase,

1) Für die Beurteilung der Leichtigkeit der Blasenbildung wäre auch die chemische Zusammensetzung des im Wasser gelösten und an der Wand adsorbierten Gases von Interesse, doch liegen über den letzteren Punkt keine ausreichenden Bestimmungen vor. Nach W. OSTWALD (Lehrb. d. allgem. Chem. II. Bd., 3. Teil, 1900, S. 250) wurde die Luft beim Studium ihrer Adsorption an festen Körpern als einheitliches Gas behandelt, und „auf die zweifellos vorhandene Verschiedenheit der Adsorption des O und N keine Rücksicht genommen". Nach Versuchen DEWARs scheint die adsorbierte Schicht reich an O zu sein (MOISSAN, Traité de chim. min. T. 2, 1905, S. 253). Auch nach FREUNDLICH (Capillarchemie S. 99) wird aus Luft mehr O adsorbiert als N.

wie bei GERNEZ, nur durch Diffusion von gelöstem Gas in die wandständige Schicht sich bildet, oder ob, was wahrscheinlicher, unter der Zugspannung auch die verdichtete Gasschicht sich ausdehnt, lasse ich dahingestellt.

Es liegt in der Natur der Sache, daß der hier gegebene Erklärungsversuch hypothetischen Charakter tragen muß; zur Beurteilung seines Wertes vergleichen wir ihn mit den zu erklärenden Tatsachen. Die Lokalisierung der Blasenbildung auf die Tonometerwand wird auf diese Weise leicht verständlich, während sie schwerer zu verstehen ist, wenn die Kohäsion oder die Adhäsion (ohne zwischengelagerte Luftschicht) überwunden werden soll und ganz unverständlich bleibt, wenn die Kohäsion auch nur annähernd die von VAN DER WAALS theoretisch berechneten Werte von mehreren tausend Atmosphären hat und die Adhäsion sie noch übertrifft. Die Erschwerung der Blasenbildung, wenn das Wasser längere Zeit im Tonometer verblieb, ist aus unserer Hypothese ohne weiteres abzuleiten, ebenso die stark abweichenden Zugspannungen, die mit ein und demselben Wasser erzielt werden. Die von verschiedenen Autoren hervorgehobene „Launenhaftigkeit der Kohäsionsunterbrechung“[1]) erscheint befremdlich, wenn man bedenkt, daß Flüssigkeiten ähnlich wie feste Körper gegen Druckkräfte derartige Unregelmäßigkeiten nicht zeigen und daß WORTHINGTON[2]) und RAMSTEDT innerhalb der erreichten Druckgrenzen für positiven und negativen Druck denselben Kompressionskoeffizienten gefunden haben. Eine solche Variabilität der Kohäsion ist auch a priori nicht einleuchtend und mit der relativen Konstanz der Zugfestigkeit der weniger homogenen Metalle unvereinbar, während eine scheinbare „Launenhaftigkeit“, die auch in meinen Versuchen aufs deutlichste hervortrat, in der Verunreinigung der Tonometerwand speziell durch adhärierende Luft eine physikalisch befriedigende Lösung findet. Durch eingeführte Staubpartikelchen mit adhärierender Luft („Kerne“) ließe sich auf diesem Wege auch ein Reißen im Innern der Flüssigkeit plausibel machen. Von weiteren Faktoren, welche die Zugfestigkeit beeinflussen, fallen Temperatur, Druck, Luftgehalt und Erschütterungen in Betracht.

1) STEINBRINCK, Diese Berichte 1918, S. 453. — Bei dieser Gelegenheit sei darauf aufmerksam gemacht, daß auch die in botanischen Kreisen scheinbar unbekannt gebliebene Arbeit von BUDGETT ein ähnliches Verhalten angibt. Bei aufeinanderfolgenden Bestimmungen mit demselben Stahlblockpaar und einer *zwischenliegenden Wasserhaut variierten die zur Trennung der Metallflächen nötigen Kräfte in folgender Weise:*

36, 32, 41, 41, 88, 85, 48, 38, 28, 42, 31, 45.

2) WORTHINGTON, Phil. Trans. Roy. Soc. London, 183 A, 1892.

Daß nach JUL. MEYER[1]) die Reißfestigkeit einer Flüssigkeit außerordentlich stark von der Temperatur abhängt, daß das Reißen, wie allgemein bekannt, um so leichter erfolgt, je höher der negative Druck und der Gehalt an gelöster Luft ist, ergibt sich auch als notwendige Folgerung aus unserer Hypothese, indem alle drei Faktoren die Übersättigung des Wassers fördern. Die Temperatur kann auch noch in anderer Weise einwirken, indem die Adsorption der Gase mit steigender Temperatur bekanntlich sinkt. Was endlich die Erschütterungen betrifft, so werden sie von der Tonometerwand natürlich am leichtesten auf die peripheren Wasserschichten übertragen, in denen ja auch erfahrungsgemäß der Riß erfolgt.

Die Beobachtungen an Tonometern lassen sich also mit unserer Hypothese sehr wohl in Einklang bringen. Das gleiche gilt für die hohen theoretisch ermittelten Kohäsionswerte, die sich ihrerseits wieder mit der Ansicht GROVEs[2]) decken, wonach absolut reines Wasser überhaupt nicht zum Sieden gebracht werden kann.

Einer besondern Besprechung muß ich zum Schluß noch die DIXONsche Angabe über die Bedeutung des Luftgehaltes unterziehen. Sehen wir von den unzureichenden Versuchen BERTHELOTs ab, so sind bekanntlich alle Autoren, Physiker und Botaniker, darin einig, daß gelöste Luft die Blasenbildung erleichtert[3]). Auch die neuesten Untersuchungen von RAMSTEDT und MEYER, die von allen bisher ausgeführten weitaus die zuverlässigsten und sorgfältigsten sind, kamen zum gleichen Schluß. Einzig DIXON hält hartnäckig an der gegenteiligen Behauptung fest, wonach gelöste Luft die Blasenbildung nicht nur nicht erleichtern, sondern sogar erschweren soll. Die erste diesbezügliche Angabe DIXONs stammt aus dem Jahre 1895[4]) und beruht auf Versuchen nach der BERTHELOTschen Methode, in denen jedoch die Volumänderung des Glasgefäßes vernachlässigt wurde, so daß nach der scharfen aber berechtigten Kritik MEYERs nicht einmal eine Schätzung, geschweige denn eine Messung möglich war. Das hinderte DIXON jedoch nicht sich 14 Jahre lang auf diese Zahlenwerte zu ver-

1) JUL. MEYER, Zur Kenntnis des negativen Druckes in Flüssigkeiten. Abh. d. Deutsch. Bunsen-Ges. Nr. 6, 1911. S. 51.

2) GROVE, Cosmos 22, 1873.

3) Vgl. auch URSPRUNG, Zur Demonstration der Flüssigkeitskohäsion. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 31, 1913, S. 396.

4) DIXON and JOLY, On the ascent of sap. Phil. Trans. Roy. Soc., London 186 B. 1895, S. 568.

steifen. 1909 und 1914[1]) publizierte er einige Versuche, zu deren Berechnung eine Formel diente, welche ihm J. R. COTTER geliefert hatte. Sympathisch berührt hier das Bestreben, die Veränderung des Glasgefäßes in Rechnung zu ziehen; leider fehlt die Hauptsache, nämlich der Beweis, daß dies durch die angeführte Formel in richtiger Weise geschah. Für physikalische Untersuchungen, um die es sich bei DIXON handelt, ist dann ferner bei den der Rechnung zugrunde gelegten Elastizitätskonstanten die Bezeichnung „Glas“ unzureichend, da es verschiedene Glassorten gibt, die in ihren Konstanten weit voneinander abweichen. Werfen wir einen Blick auf die DIXONschen Resultate, so fühlen wir uns wiederum wenig erbaut. Die Kohäsion von „water containing air“ schwankt hiernach zwischen 37,7 und 158,4 Atm.! Die Differenzen zwischen aufeinanderfolgenden Experimenten mit demselben Rohr betragen für Rohr II 38,9 Atm. und für Rohr VIII sogar 67,4 Atm. „These can scarcely be due to errors of observation.“ Eine Methode, bei der die Fehler (67,4 Atm.) fast doppelt so groß werden können, wie die gesuchte Konstante (37,7 Atm.), würde allerdings bedenklich sein! Wenn es DIXON ernstlich darum zu tun ist, Resultate zu erhalten, die auch den physikalisch geschulten Leser befriedigen, so wird er sich mit Vorteil einer anderen Methode bedienen, die in den Arbeiten von RAMSTEDT und MEYER eingehend beschrieben ist: Verwendung des Glasspiralenmanometers, Ablesung mit Spiegel und Skala, sorgfältige Eichung des Tonometers vor der Versuchsanstellung.

Bei weiteren Versuchen hat sich dann DIXON noch vor zwei anderen *bedenklichen Fehlern zu hüten. 1895 stellt er das lufthaltige* Wasser folgendermaßen her: Wasser wird in einem Becherglas eine Stunde lang gekocht und während des Siedens das zur *Kohäsionsbestimmung dienende gereinigte Rohr eingetaucht; die* Abkühlung erfolgt an der Luft, die also während dieser Zeit Gelegenheit hat durch Diffusion einzudringen; hierauf wird das Rohr zugeschmolzen. 1909 wird eine bis 22 cm lange und 1 mm weite, gut gereinigte Kapillare mit ausgekochtem Wasser gefüllt, 1 Stunde lang in siedendes Wasser untergetaucht, dann der Abkühlung überlassen und zugeschmolzen; die Luft konnte auch hier während der Abkühlung durch Diffusion eindringen. Die folgenden Bemerkungen werden zeigen, daß nur bei völliger Unkenntnis der Diffu-

---

1) DIXON, Not on the tensile strength of water. Notes from the Bot. School, Trinity College, Dublin 1909, S. 88.

Auf die Arbeit aus dem Jahre 1914, die nicht mit gewöhnlichem Wasser, *sondern mit Saft aus Buchenholz operiert, gehe ich hier nicht näher ein.*

sionsgesetze in solchen Tonometern luftgesättigtes Wasser angenommen werden kann.

Zunächst ein Versuch von GRAHAM[1]): „Zwei Stöpselgläser von 1/2 Pfund Gehalt und 1,2 Zoll weiter Oeffnung wurden an der Halsmündung grad abgeschliffen, so daß sie gut aufeinander paßten. Das eine Glas wurde bis zum Anfang des Halses mit kohlensaurem Wasser gefüllt, und der übrige Teil des Halses mit der Vorsicht mit destilliertem Wasser nachgefüllt, daß die untere Flüssigkeit möglichst wenig bewegt wurde. Mit Hilfe eines Glasplättchens wurde hierauf das mit Wasser gefüllte zweite Glas umgekehrt auf das erste geschoben. Es wurde erwartet, daß die Kohlensäure nach einer gewissen Zeit gleichmäßig durch die beiden Flaschen verbreitet sein würde." Nach 48 Stunden verhielt sich die Kohlensäuremenge im oberen Glas zu der im unteren „ungefähr wie 1 : 11, statt gleich zu sein, was unzweifelhaft das Endresultat der Diffusion sein würde, wenn man ihr Zeit genug ließe. In einem zweiten Versuch mit schwächerer Kohlensäurelösung wurde nach 5 Tagen das Gas folgendermaßen verteilt gefunden: in dem oberen Gefäß 1, in dem unteren 5,1." Recht instruktiv ist auch das folgende Experiment von GERNEZ[2]). Eine übersättigte Lösung von Kohlensäure in Wasser (Selterswasser) wird in einen Glaszylinder von 40 cm Länge und 15 mm Durchmesser bis zum Rande eingegossen. Der Glaszylinder muß vorher gut gereinigt und mit kochendem Alkohol und ausgekochtem luftfreiem Wasser ausgespült sein, damit die Wände luftfrei sind und beim Einfüllen des Selterswassers nicht zu Blasenbildung Veranlassung geben. Die Übersättigung des Wassers ist leicht daran kenntlich, daß an einem eingetauchten Platindraht Blasen auftreten. Anfänglich erfolgt die Blasenbildung gleichmäßig in allen Flüssigkeitsschichten, nach einiger Zeit werden aber die Blasen in der Nähe der Oberfläche kleiner und diese Zone dehnt sich mehr und mehr nach unten aus; zuletzt treten nur noch in der Nähe des Bodens Blasen auf, die endlich auch verschwinden. Das Gas diffundiert also allmählich von unten nach oben; aber selbst nach mehr als 6 Monaten werden noch Blasen gebildet, womit die Langsamkeit des Vorganges deutlich demonstriert ist.

Will man eine Flüssigkeit mit einem Gase sättigen, so ist daher nach der Vorschrift von BUNSEN[3]) die Masse wiederholt

1) GRAHAM, Über die Diffusion von Flüssigkeiten. LIEBIGS Ann. 77, 1851, S. 60.

2) GERNEZ, l. c.

3) BUNSEN, Gasometr. Methoden, II. Aufl., 1877, S. 204.

„auf das heftigste“ zu schütteln; ja SCHRÖDER[1]) schreibt: „Ein paar Male wiederholtes Schütteln einer Flüssigkeit mit Luft reicht z. B. in der Regel nicht aus, dieselbe mit Luft zu sättigen. Wenn ich die gänzliche Sättigung für nötig hielt, stellte ich die Flüssigkeiten in einer flachen Schale oder in einem kurzen Glase unter einer Glocke, gegen Staub geschützt, sieben bis vierzehn Tage lang an die Luft.“ Durch Filtrieren, wobei sie tropfenweise mit Luft in Berührung kommt, wird nach demselben Autor bei weitem keine Sättigung der Flüssigkeit erzielt. Hieraus folgt mit ausreichender Deutlichkeit, daß eine kurze Berührung mit Luft nicht genügt, besonders wenn die Flüssigkeit ruhend ist und gar noch, wie bei DIXON, in eine lange Kapillare eingeschlossen wurde.

DIXON brachte ferner (1895 u. 1909) in das auf Kohäsion zu prüfende Wasser Holzspäne von *Taxus baccata*, die in Wasser gekocht worden waren. Er behauptet[2]) das betreffende Wasser sei mit Luft gesättigt gewesen und erst bei einem Zug von über 150 Atm. gerissen. Die Wiederholung dieser Versuche von physikalischer Seite mit besserer Methodik (RAMSTEDT) führte zu einem andern Resultat. Hiernach „hat die Einführung eines Stückchens Holzes geringen Einfluß und die hohen Spannungen, die DIXON dadurch erhielt, werden einer fehlerhaften Berechnung zugeschrieben“ [3]).

Untersuchen wir den Einfluß des Eibenspanes etwas genauer. DIXON glaubte durch das Einschließen des gekochten Holzspanes in seinen Kohäsionsapparat das Wasser mit Luft zu sättigen. Es ist bemühend zu sehen, wie er diese Angabe ohne Kommentar gleichsam als etwas Selbstverständliches macht, ein Beweis, daß er im Verlaufe von 14 Jahren zu keiner Einsicht in die maßgebenden Faktoren gelangte. Nun hatte schon BÖHM[4]) gefunden, daß Holz die Fähigkeit besitzt, Luft zu absorbieren. CLAUSSEN[5]), der diese Tatsache bestätigte, gibt z. B. an, daß ein zylindrischer evakuierter Pfropf aus Kiefernholz, dessen Hohlräume 0,97 cm^3 maßen, ein Luftvolumen von 4,15 cm^3 absorbierte, das also um 3,18 cm^3 größer war. Ein ähnliches Verhalten zeigten die übrigen

1) SCHRÖDER, Pogg. Ann. 137, 1869, S. 87.

2) DIXON, Transpiration and the ascent of sap. Progr. rei bot. III, 1909, S. 89.

3) EVA RAMSTEDT, Über das Verhalten der Flüssigkeiten bei Dehnung. Diss. Upsala 1910. Schwedisch. Nach Ref. in den Fortschritten, 1910, I, S. 175.

4) BÖHM, Über das Verhalten von vegetabilischen Geweben usw. zu Gasen. Bot. Ztg. 1883, Nr. 32—34.

5) CLAUSSEN, Über die Durchlässigkeit der Tracheidenwände für atmosphärische Luft. Flora 1901, S. 422.

Pfropfe; das aufgenommene Luftvolumen übertraf das Volumen der Hohlräume stets beträchtlich. Auch frisches, nicht evakuiertes Holz nimmt nach demselben Autor Luft in bedeutenden Mengen auf. In diesem Falle handelt es sich allerdings um freies Gas. Daß indes Gase auch aus wässerigen Lösungen adsorbiert werden können, hat FREUNDLICH[1]) für Blutkohle und Chlor gezeigt. 100,2 cm³ einer wässerigen 0,0289 molaren Cl_2-Lösung mit 0,262 g Kohle bei 0 ° geschüttelt, enthielten nach 3,5 Stunden 0,01282 Mol., nach 21 Stunden 0,00754 Mol., nach 27 Stunden 0,00486 Mol. Daß riechende Gase durch Kohle nicht nur aus der Luft, sondern auch aus Flüssigkeiten leicht adsorbiert werden ist übrigens eine alte Erfahrung die praktisch benutzt wird, um Wasser oder andere Flüssigkeiten geruchlos zu machen[2]). Was die uns speziell interessierenden Luftgase betrifft, so adsorbiert nach W. OSTWALD[3]) Kohle auch nach Benetzung mit Wasser N und O fast ungeändert, CO_2 dagegen viel weniger. Die erste exakte Beobachtung über Kolloide stammt von GEFFCKEN[4]), wonach kolloidales Eisenhydroxyd mehr CO_2 aufnimmt als nach dem HENRYschen Gesetze zu erwarten ist. Nach FREUNDLICH und EMSLANDER[5]) dürfte auch der ungewöhnlich hohe CO_2-Gehalt des Bieres durch Kolloidadsorption zu erklären sein und endlich handelt es sich bei der CO_2- und O-Bindung im Blute nach WO. OSTWALD[6]) um Adsorptionsvorgänge der gleichen Art, wie sie an festen Körpern beobachtet werden. Wenn nun in diesen Fällen auch keine Holzzellen zur Prüfung gelangten, so ist für sie doch ein ähnliches Verhalten wahrscheinlich, um so mehr als die Gasadsorption vielfach eine weitgehende Unabhängigkeit von der Natur des Adsorbens zeigt. Auch ist es mir in den schon erwähnten Heberversuchen geglückt, die Reißfestigkeit desselben Wassers dadurch um 4,2 cm Quecksilber zu erhöhen, daß ich es über Nacht in Kontakt mit ausgekochten Eibenspänen ließ. Ich lege übrigens diesem Resultat, als einmaligem Vorkommnis durchaus keine entscheidende Bedeutung bei. Aus dem Mitgeteilten ist immerhin soviel zu ent-

1) FREUNDLICH, Über die Adsorption in Lösungen, Zeitschr. f. physik. Chem., 57, 1907, S. 385.

2) Vgl. z. B. W. OSTWALD, Grundlinien d. anorg. Chem.; HAGERS Handb. d. pharm. Praxis; FEHLINGS Handwörterbuch; FREUNDLICH, Kapillarchem. S. 160.

3) W. OSTWALD, Stöchiometrie, II. Aufl., 1903, S. 1088.

4) GEFFCKEN, Z. f. phys. Chem., 49, 1904.

5) Z. f. phys. Chem., 49, 1904.

6) WO. OSTWALD, Über die Natur der Bindung der Gase im Blut Koll.-Zeitschr. 2, 1908, S. 264 u. 294.

nehmen, daß durch den Einschluß der *Taxus*späne eine neue Fehlerquelle eingeführt wurde, die möglicherweise gerade das Gegenteil von dem bewirkte, was DIXON annimmt. Die an und für sich schon zweifelhaften Behauptungen DIXONs über den Luftgehalt des Wassers in seinen Tonometern werden hierdurch noch fraglicher. Unser Autor allerdings erklärt frei von allen Bedenken: „The water used in these experiments was saturated with air"[1]).

---

17. A. Ursprung: Über die Kohäsion des Wassers im Farnannulus.

(Mit 2 Abbildungen im Text)

(Eingegangen am 22. März 1915.)

Nach der geläufigen Auffassung springt der geöffnete Farnannulus in dem Moment zurück, in welchem die Kohäsion des Füllwassers überwunden wird. Wenn dies richtig ist, so muß sich aus der Größe der Kräfte, welche die maximale Öffnung bewirken, die Kohäsion ergeben. Jedenfalls aber müssen die genannten Kräfte ein Urteil erlauben über die Zugspannung des Füllwassers im Momente der Blasenbildung. Es soll im folgenden der Versuch gemacht werden, diese Zugspannung zu ermitteln.

Zur Untersuchung dienten ausschließlich Polypodiaceen-Sporangien. Wo nähere Angaben fehlen, handelt es sich stets um ein und dieselbe wahrscheinlich tropische Art, von der mir zufällig eine große Zahl losgetrennter Sporangien und Sori zur Verfügung stand. Eine Bestimmung war an dem vorliegenden Material nicht mehr möglich, doch liegt kein Grund vor, bei unseren einheimischen Polypodiaceen ein wesentlich abweichendes Verhalten anzunehmen, da einige Kontrollversuche mit *Pteris* und *Scolopendrium* nach Methode II (3,1 Mol. Rohrzucker) ähnliche, sogar etwas höhere Resultate ergaben.

I. Schon längst sind Experimente bekannt, welche für die untere Grenze der gesuchten Größe gewisse Anhaltspunkte bieten. SCHRODT[2]) gibt an, daß trockene Sporangien, die plötzlich einem Luftdrucke von 3—4 Atmosphären ausgesetzt werden, weder „die

---

1) DIXON, Progr. rei bot. 1909, S. 39.

2) SCHRODT, Neue Beiträge zur Mechanik der Farnsporangien. Flora 1877.

dünne Membran nach innen biegen", noch „den Annulus nach rückwärts spannen". Wäre die Annuluswand für Luft impermeabel und ihre Biegungsfähigkeit im trockenen und imbibierten Zustand dieselbe, so müßte die zur Öffnung nötige Kraft und folglich auch die Kohäsion des Füllwassers vier Atmosphären bei weitem übersteigen. Ob und wie weit die genannten Voraussetzungen zutreffen, soll nicht näher erörtert werden; ich hoffe an anderer Stelle hierauf zurückzukommen. Trockene Membranen lassen, so weit bekannt, relativ wenig Luft passieren und da dieser Luftdurchtritt Zeit braucht, so dürfte der Überdruck im ersten Moment annähernd vollständig zur Geltung gekommen sein. Ob bei plötzlicher Einwirkung eines viel größeren Überdruckes (hundert und mehr Atmosphären) eine Rückkrümmung des Annulus eintritt, wurde bisher nicht geprüft. Ich selbst habe die Beschaffung der nötigen Apparate für derartige Experimente nicht angestrebt, da sich das erstrebte Ziel auf viel einfachere Weise erreichen läßt.

II. Wären die Annuluswände impermeabel für eine Substanz von ausreichend hohem osmotischem Wert, so ließe sich aus der osmotischen Saugkraft, die eben Springen verursacht, ein Schluß ziehen auf die Zugspannung des Füllwassers, eventuell also auf dessen Kohäsion. Die osmotische Saugkraft o, die eben Springen verursacht, ist unter dieser Voraussetzung gleich der elastischen Spannkraft e der verdickten Wände, gleich der Zugspannung z im Momente der Blasenbildung und eventuell also gleich der Kohäsion c des Füllwassers.

$$o = e = z = c$$

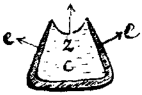


Abb. 1.

Die Voraussetzung der Impermeabilität trifft aber für die gewöhnlich zu plasmolytischen Versuchen verwendeten Stoffe nicht zu und die Kolloide haben einen zu geringen osmotischen Wert. Vielleicht ließe sich in die Annuluswand eine semipermeable Membran einlagern, doch habe ich den Versuch nicht unternommen; es wird sich nämlich unter III zeigen, daß diese Methodik, von der ich nur eine vorläufige Orientierung erwartete, recht brauchbare Resultate liefert.

Die Konzentration, bei der eben deutliches Springen beobachtet wurde, betrug:

für Rohrzucker 3,1 Mol.

für Glyzerin bedeutend mehr (etwa das Doppelte).

Daß die Wirkung von Rohrzucker und Glyzerin dem osmotischen Wert nicht proportional ist, beruht wohl in erster Linie auf der verschieden starken Filtration und Diffusion. So beträgt nach GRAHAM[1]) bei Dialyse durch Pergamentpapier das relative Diffusat zehnprozentiger Lösungen (NaCl = 1 gesetzt) für Glyzerin 0,440, für Rohrzucker dagegen nur 0,214. Da ferner in dem sich öffnenden Annulus das Füllwasser unter negativem Druck, die Außenlösung aber unter Atmosphärendruck steht, so muß auch eine Filtration erfolgen, die sogar wegen des hohen Druckgefälles und der kurzen Dauer des Versuches (ca. $^1/_2$ Minute) die Hauptrolle spielen wird. Liegen auch für die Filtration der benutzten Lösungen keine Bestimmungen vor, so ersieht man doch aus der großen Viskosität der verwendeten höchst konzentrierten Rohrzuckerlösung, daß sie bedeutend langsamer filtrieren wird, als das benutzte Glyzerin. Es wird also Rohrzucker jedenfalls weitaus zuverlässigere Resultate geben, weshalb auch für ihn allein die zur Blasenbildung nötige Konzentration näher bestimmt wurde. Zu den genannten Fehlerquellen gesellt sich ferner der Umstand, daß den Annuluszellen beim Einlegen in die Zuckerlösung, trotz sorgfältigen Abtrocknens noch etwas Wasser anhaften kann, wodurch die Lösung, gerade an der wesentlichsten Stelle, der Berührungsfläche mit der Annuluswand, verdünnter wird. In gleichem Sinne störend wirkt auch das infolge der osmotischen Saugung austretende Füllwasser. Diese beiden Unvollkommenheiten werden allerdings dadurch bedeutend gemildert, daß der Annulus wegen der stetigen Krümmungsänderung fortwährend mit neuen Zuckerschichten in Berührung kommt.

Eine nennenswerte Filtration der äußerst zähen Zuckerlösung ist während einer halben Minute schwerlich anzunehmen; trotzdem mögen einige Bemerkungen über ihre kohäsiven Eigenschaften am Platze sein. Eine zuverlässige Prüfung derselben steht noch aus. Es ist mir nur eine Angabe von BUDGETT[2]) bekannt geworden, wonach Glyzerin, Melasse (treacle) und Glukose eine schwache Kohäsion besitzen würden. Allein BUDGETTs Methodik, die auf dem Aneinanderhaften plangeschliffener Stahlblöcke bei zwischenliegender Flüssigkeitshaut beruht, ist auf stärker visköse Flüssigkeiten kaum übertragbar, da die Kohäsion nur dann voll zur Geltung kommen

[1]) GRAHAM, OSTWALDS Klassiker, Nr. 179, p. 81.

[2]) BUDGETT, The adherence of flat surfaces. Proc. Roy. Soc. London, Ser.-A., *Bd. 86, 1912, S. 25.*

kann, wenn sich das Flüssigkeitshäutchen mit genügender Feinheit und Gleichförmigkeit herstellen läßt. Die Unzuverlässigkeit dieses Verfahrens folgt aber wohl am deutlichsten daraus, daß es für Alkohol gar keine Kohäsion ergab, während JUL. MEYER[1]) bis zu 39,5 Atm. gefunden hatte. Zu beanstanden ist außerdem die Art und Weise wie BUDGETT aus seinen Versuchen die Kohäsion berechnet. Aus Mikrophotographien von mit Paraffinöl überzogenen Stahlflächen folgert er, daß die Flüssigkeit keine zusammenhängende Schicht bilde, sondern in kleinen, isolierten Tröpfchen vorhanden sei. Indem er die wirksame Fläche in diesem Verhältnis reduziert, berechnet er aus der zur Trennung der Stahlblöcke nötigen Kraft für das Wasser eine Kohäsion von 60 Atm. Nun ist aber die Annahme, wonach die Flüssigkeit während des Kontaktes der Flächen ebenso verteilt sei wie auf der freien Fläche zweifellos falsch. Durchaus unzulässig ist es ferner, für die Wasserschicht welche reine Metallflächen bekanntlich vollständig benetzt, eine ähnliche Verteilung vorauszusetzen wie für eine Ölschicht. — In diesem Zusammenhange kann noch der Luftgehalt der Rohrzuckerlösung interessieren. Er darf als unbedeutend angenommen werden, denn einmal wurde die Lösung mit ausgekochtem Wasser hergestellt und selbst längere Zeit siedend erhalten, aber auch beim Abkühlen kann keine bedeutende Absorption stattgefunden haben, weil die Diffusionsbewegungen nur äußerst langsam erfolgen und weil die Gasabsorption in einer Zuckerlösung kleiner ist als im Wasser und umsomehr abnimmt, je höher die Konzentration wird.

Soweit sich die Verhältnisse übersehen lassen, können wir also annehmen, daß die Blasenbildung bei einer Saugkraft erfolgt, die in erster Annährung 3,1 Mol. Rohrzucker entspricht. Es handelt sich nun weiter darum, den zugehörigen osmotischen Druck zu ermitteln, was jedoch wegen der hohen Konzentration mit Schwierigkeiten verbunden ist. Am besten glaubte ich bei Benutzung der direkten Bestimmungen von BERKELEY u. HARTLEY[2]) zum Ziele zu gelangen. Ihre früheren Untersuchungen erstreckten sich bis zu 440, die späteren bis zu 750,6 g Rohrzucker im Liter Lösung. Folgendes sind die in der zweiten Arbeit für Rohrzucker bei 0° C experimentell gefundenen Werte:

---

1) JUL. MEYER, Zur Kenntnis des negativen Druckes in Flüssigkeiten. Abh. d. Deutsch. Bunsen-Ges. Nr. 6, 1911.

2) BERKELEY and HARTLEY, Proc. Roy. Soc. London, 73, 1904, S. 436.
„ „ „ , On the osmotic pressures of some concentrated aqueous solutions. Phil. Trans. Roy. Soc. London, A., 206, 1906, S. 481.

180,1	g	im	Liter	erzeugen	einen	Druck	von	13,95	Atm.
300,2	„	„	„	„	„	„	„	26,77	„
420,3	„	„	„	„	„	„	„	43,97	„
540,4	„	„	„	„	„	„	„	67,51	„
660,5	„	„	„	„	„	„	„	100,78	„
750,6	„	„	„	„	„	„	„	133,74	„

Durch Eintragen dieser Werte in ein rechtwinkliges Koordinatensystem erhielt ich eine Kurve, die jedoch nur bis zu 750,6 g im Liter reichte. Unter Beibehaltung des zuletzt vorhandenen Krümmungsradius verlängerte ich die Kurve bis zu einer Konzentration von 3,1 Mol. und erhielt auf diese Weise als zugehörigen Druck rund 300 Atm. Ich verzichte auf genauere Zahlenangaben über den graphisch ermittelten Druck und führe auch die Korrektion für Zimmertemperatur (18° C) nicht an. Die gefundenen ca. 300 Atmosphären (in Wirklichkeit etwas mehr) können und wollen nicht mehr sein als eine erste Annäherung. Trotzdem dürften sie der Wirklichkeit recht nahe kommen, denn wir werden unter III sehen, daß auch ganz abweichende Methoden zu ungefähr demselben Werte führen.

Hiernach erfolgt die Blasenbildung im sich öffnenden Annulus bei *einer osmotischen Saugkraft von ca. 300 Atm.; es muß also* auch die elastische Spannkraft der verdickten Wände und die Zugspannung des Füllwassers dieselbe Größe erreichen. Dieses Resultat ist überraschend und es dürfte daher willkommen sein, seine Zuverlässigkeit auf anderem Wege zu prüfen. Bevor wir dazu übergehen, mögen noch einige Bemerkungen Raum finden über den Einfluß der Temperatur auf die Wirkung der Glyzerin- und Rohrzuckerlösung.

Die bisherigen Angaben beziehen sich auf Lösungen, die annähernd Zimmertemperatur (ca. 18°) angenommen hatten. Bei dieser Temperatur findet in 3 Mol. Rohrzucker kein Springen statt; es tritt dagegen alsbald ein, wenn das unter Deckglas liegende Präparat mit einer kleinen Flamme erwärmt wird. Wiederholen wir diesen Versuch mit einer Glyzerin-Konzentration, die bei Zimmertemperatur starkes Öffnen aber kein Springen verursacht, so bleibt bei Erwärmung nicht nur das Springen aus, sondern es geht auch die Öffnung zurück. Die Temperaturerhöhung ruft in beiden Fällen eine Erhöhung des osmotischen Wertes und eine Verminderung der Zähigkeit der Außenlösung hervor. Während nun beim Glyzerin die Viskosität relativ gering ist, und daher ein bedeutender Eintritt in den Annulus erfolgt, ist dies beim Zucker nicht der Fall, so daß die erhöhte osmotische Saugkraft zur Geltung kommen

kann. Wie ich früher[1]) zeigte, vermag die Temperatursteigerung die Blasenbildung noch in anderer Hinsicht zu beeinflussen, doch spielen hier die zwei erwähnten Momente jedenfalls die Hauptrolle[2]).

III a. Frei von den bisherigen Fehlerquellen sind die jetzt zu besprechenden Methoden. Die erste beruht im wesentlichen auf einer von W. THOMSON 1870[3]) entwickelten Gesetzmäßigkeit. Ich gehe dabei aus von der Annahme, die imbibierte Zellwand bestehe aus kleinsten Teilchen, zwischen denen sich Wasser befindet. Die wasserhaltigen Interstitien können wir dann auffassen als Kapillaren von äußerster Feinheit. Werden die Annuli, die zur Füllung ihrer Zellen längere Zeit im Wasser gelegen hatten, an die Luft gebracht, so sind ihre Wände außen zunächst von einer Wasserschicht überzogen, die aber durch Verdunstung immer dünner wird und nach einiger Zeit verschwunden ist. Von jetzt an soll das Wasser in den Membraninterstitien — ähnlich wie das in gröberen Kapillaren der Fall wäre — nach außen durch konkave Menisken begrenzt sein.

Aus dem Krümmungsradius dieser Menisken können wir bei völliger Benetzung auf die Weite der Interstitien und aus dieser auf die Steighöhe schließen. Diese Steighöhe muß aber der Zugspannung des Wassers im Momente der Blasenbildung mindestens äquivalent sein, da sonst die betr. Zugspannung physikalisch unmöglich wäre. Sind die Voraussetzungen richtig, so wird sich also auf diesem Wege die Zugspannung selbst oder doch eine obere Grenze ermitteln lassen. Die Schwierigkeit besteht in der Feststellung des Krümmungsradius, die natürlich direkt nicht ausführbar ist. Dagegen gelangen wir indirekt zum Ziele mit Hilfe der bereits angedeuteten Formel von THOMSON. Der bekannte Physiker zeigte, daß die Dampfspannung über einer konkaven Oberfläche geringer ist als über einer ebenen. Die Abhängigkeit des Dampfdruckes von der Krümmung der Oberfläche ergibt sich aus der folgenden Gleichung, über deren Ableitung man das Original oder die physikalische Literatur vergleichen wolle:

---

1) Ursprung, Über die Blasenbildung in Tonometern. Diese Berichte, vorhergehende Mitteilung.

2) Denkbar wäre ferner, daß mit der Temperatur auch Verdunstung und Konzentration wesentlich erhöht wurden; daß dieser Umstand aber keine Rolle spielte, geht sicher daraus hervor, daß derselbe Zuckertropfen nach dem Erkalten wieder die früheren Eigenschaften zeigte.

3) W. THOMSON, Phil. Mag. (4), 42, 1871 S. 448 aus Proc. Roy. Soc. Edinb. 1869—1870.

$$P-p = \frac{\alpha\,\delta}{d-\delta}\left(\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r_2}\right)$$

worin P = Dampfdruck über der ebenen Oberfläche
p = Dampfdruck über der gekrümmten Oberfläche
d = Dichte der Flüßigkeit
δ = Dichte des Dampfes (bezogen auf Wasser)
α = Oberflächenspannung
r_1 u. r_2 = Hauptkrümmungsradien der Oberfläche.

Der Einfachheit wegen setzen wir $r_1 = r_2$, was ja in erster Annäherung wohl zuläßig ist; wir erhalten dann:

$$P - p = \frac{\alpha\,\delta}{d-\delta}\cdot\frac{2}{r}$$

Die Größe, die experimentell bestimmt werden mußte, ist p d. *h.* der *Dampfdruck über der gekrümmten Oberfläche.* In unserem Falle bedeutet dies den Dampfdruck über den konkaven Menisken, mit welchen die wassergefüllten Interstitien der Annuluswand nach Außen abschließen. Zur Ermittelung von p im Momente der Blasenbildung verfuhr ich folgendermaßen. Ganze Sori wie auch

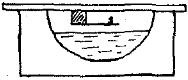


Abb. 2.

vereinzelte Sporangien, die längere Zeit in Wasser gelegen hatten, deren Annuli also vollständig mit Flüssigkeit angefüllt waren[1]) brachte ich mitsamt dem anhängenden Wasser in kleine Exsikkatoren über Schwefelsäure. Die Exsikkatoren waren kleine ausgehöhlte Glasklötze, die mit planparallelen Glasplatten und Vaselinedichtung verschlossen wurden. Die Säure gelangte auf den Grund der Höhlung, während die zu prüfenden Sporangien s auf einen Deckglassplitter zu liegen kamen, der in horizontaler Stellung an der Unterseite des Glasdeckels festgekittet war (Abb. 2). Das Ganze wurde auf die Tischplatte eines Mikroskopes gestellt, so daß der Öffnungsvorgang sich bequem verfolgen ließ. Natürlich trug ich dafür Sorge Temperatur und Beleuchtung während der gesamten Versuchsdauer annähernd konstant zu erhalten.

Über ganz konzentrierter Säure erfolgte das Springen rasch, über zu verdünnter Säure blieb es aus; es wurde nun durch Probieren jene minimale Konzentration ermittelt, bei der das Springen in Zimmertemperatur (ca. 18 ° C) eben deutlich zu beobachten war.

1) Zur Sicherheit erfolgte eine mikroskopische Kontrolle.

Die Konzentration ist angegeben durch das mit Aräometern gemessene spezifische Gewicht. Es ergab sich:

über Schwefelsäure vom spez. Gew. 1,207: deutliches Springen,
" " " " " 1,176: kein deutliches Springen,
" " " " " 1,160: kein Springen.

Über Schwefelsäure vom spez. Gew. 1,207 dauerte der Versuch etwa eine halbe Stunde. Die absolute Verdampfungsgeschwindigkeit hängt bei konstanter Temperatur ab von der Größe des Luftraumes im Exsikkator, von der Oberfläche der Schwefelsäure und der Sporangien; alle diese Faktoren waren aber in den verschiedenen Versuchen nahezu konstant.

In unserem Falle haben die Größen der THOMSONschen Formel die folgenden Werte:

$P = 15{,}38$ mm Hg bei $18\,^0$ C

p ist in erster Annäherung die Dampfspannung über Schwefelsäure vom spez. Gew. 1,207. Die Spannung dieser ca. 28,5 pCt. Säure berechnet sich nach den Untersuchungen von REGNAULT[1]) zu ca. 11,9 mm Hg somit:

$p = 11{,}9$ mm Hg bei $18\,^0$ C.

$d = 1$

$\delta = 1{,}5 \cdot 10^{-5}$ bei $18\,^0$ C

$\alpha = 7{,}42 \dfrac{\text{mg}}{\text{mm}}$

Durch Umwandlung in das C. G. S.-System erhalten wir:

$$P - p = 15{,}38 - 11{,}9 = 3{,}48 \text{ mm Hg} = 0{,}348 \cdot 13{,}6 \cdot 981 \frac{\text{dyn}}{\text{cm}^2}$$

$$\alpha = 7{,}42 \frac{\text{mg}}{\text{mm}} = 0{,}0742 \cdot 981 \frac{\text{dyn}}{\text{cm}}$$

Setzen wir diese Werte in die Formel ein, so folgt:

$$0{,}348 \cdot 13{,}6 \cdot 981 = 0{,}0742 \cdot 981 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{2}{r}$$

$$r = \frac{0{,}2226 \cdot 10^{-5}}{4{,}73} = 0{,}047 \cdot 10^{-5} \text{ cm},$$

$$r = 4{,}7\ \mu\mu.$$

Die Höhe h bis zu welcher die Flüssigkeit in Kapillaren bei vollständiger Benetzung gehoben wird, ist bekanntlich

$$h = \frac{2\,\alpha}{r\,d}$$

1) REGNAULT, Ann. chim. phys. (3) 15, 1845, S. 179; nach LANDOLT-BÖRNSTEIN 3. Aufl.

worin α = Oberflächenspannung,
r = Radius der Kapillaren,
d = Dichte der Flüssigkeit.

Setzen wir obige Werte ein, so erhalten wir

$$h = \frac{2 \cdot 0{,}0742}{0{,}047 \cdot 10^{-5}} \text{ cm} = 315745 \text{ cm Wasser},$$

h = ca. 300 Atm.

Da die Steighöhe zugleich ein Maß für die Zugspannung ist, so gelangen wir zum Schlusse, daß die Blasenbildung bei einer Zugspannung des Füllwassers von ca. 300 Atmosphären erfolgt.

Über den Einfluß der Temperaturerhöhung gibt folgender Versuch einigen Aufschluß. Ein Exsikkator mit einer Schwefelsäuremischung, über welcher bei 18° kein deutliches Springen eintrat, wurde in einen Raum von 22° gebracht, worauf deutliches Springen erfolgte. Da außerdem die Sonnenstrahlen auf den Sorus fallen konnten, so dürften die Annuli eine höhere Temperatur besessen haben als die Schwefelsäure, was die Erscheinung verständlich macht. Aber auch ohne solche einseitige Wärmestrahlung erscheint ein solches Verhalten nicht unmöglich, da nach den Untersuchungen VAN BEMMELENs[1]) auch die Spannung des Kieselsäure-Gels mit der Temperatur etwas stärker steigt als die der Schwefelsäure.

IIIb. Die zweite Methode stützt sich auf eine Formel, in welcher REINGANUM[2]) auf Anregung von NERNST theoretisch die Höhe ermittelte, bis zu welcher das Wasser im Versuch von ASKENASY steigen kann. Hiernach ist:

$$P = \frac{(p - p') \cdot 2 \cdot R \cdot 1000 \cdot T \cdot s}{(p + p') \cdot M}$$

worin: P = Druck der im Rohr gehobenen Wassersäule, ausgedrückt in Atm.
p = Druck des gesättigten Wasserdampfes über ebener Oberfläche bei Temp. T
p' = Dampfdruck über dem Gips.
T = absolute Temperatur des Versuchsraumes.
s = spezifisches Gewicht des Wassers.
R = Gaskonstante = 0,0819.
M = Molekulargewicht des Wasserdampfes.

Wenden wir diese Formel auf unseren Fall an, so entspricht

1) VAN BEMMELEN, Gesammelte Abh. S. 288.
2) REINGANUM, Über durch isotherme Destillation zu erzeugende Druckdifferenzen. Wied. Ann. N. F. 59, 1896, S. 764.

der Gipskappe die Annuluswand. Die übrigen Größen besitzen die unter IIIa ermittelten Werte: $p = 15{,}38$; $p' = 11{,}9$; $T = 291$; $M = 18$.

Hieraus ergibt sich

$$P = 338 \text{ Atm.}$$

Wir erhalten also für die Zugspannung des Füllwassers wiederum ca. 300 Atmosphären.

Zu ähnlichen Werten führt auch eine Formel von NERNST, welche schon REINGANUM erwähnt und die in NERNSTs Theoretischer Chemie[1]) nachgesehen werden mag. Da das Resultat ungefähr dasselbe ist, kann ich mich mit dieser Andeutung begnügen.

Worauf ich zusammenfassend nochmals aufmerksam machen möchte, das ist die interessante Tatsache, daß auf ganz verschiedenen Wegen immer wieder nahezu der gleiche Wert erhalten wird. Die Glaubwürdigkeit der Resultate wird dadurch bedeutend erhöht.

Aus der Übereinstimmung der nach Methode II und III erhaltenen Zahlen können wir ferner schließen, daß die von BERKELEY und HARTLEY bis zur Konzentration 751 experimentell bestimmte Kurve des osmotischen Druckes höchstwahrscheinlich mit annähernd demselben Krümmungsradius weiterläuft bis zur Konzentration 1060.

Wir haben die gefundenen ca. 300 Atmosphären aufgefaßt als die Zugspannung des Füllwassers im Momente der Blasenbildung. Die Kohäsion des Füllwassers, das in unserem Falle aus destilliertem Wasser bestand, betrug also jedenfalls 300 Atmosphären. Ob damit die obere Grenze der Kohäsion erreicht war oder nicht hängt davon ab, ob die Blasenbildung durch Riß im Füllwasser oder auf andere Weise entstand. Auf diese Frage hoffe ich an anderer Stelle einzugehen.

---

1) NERNST, Theoretische Chemie. II. Aufl., S. 166.

Sitzung vom 30. April 1915.

Vorsitzender: Herr J. BEHRENS.

Der Vorsitzende teilt mit, daß er im Namen der Gesellschaft an

Herrn Geh. Hofrat Professor Hildebrand

in Freiburg am 5. April ein Glückwunschtelegramm zu dessen 80. Geburtstage gesandt und daß Herr HILDEBRAND ihm seinen Dank ausgesprochen hat.

Zum ordentlichen Mitglied wird ernannt Herr

Schussnig, Bruno, in **Triest.**

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Stark, Dr. **Peter,** Assistent am Botanischen Institut in **Leipzig,** Linnéstr. 1 (durch W. PFEFFER und J. BUDER), und

Schwarzl, Dr. **Curt,** wissenschaftlicher Hilfsarbeiter am Institut für allgemeine Botanik in **Hamburg** (durch HANS WINKLER und H. KLEBAHN).

Mitteilungen.

18. K. Killian: Über die Entwicklung der Perithecien bei Venturia inaequalis (Cooke) Ad.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Mit zwei Textfiguren.)

(Eingegangen am 31. März 1915.)

Es ist das Verdienst ADERHOLDS als erster die Lebensgeschichte von *Fusicladium*, dem Erreger der Schorfkrankheit beim Apfel und der Birne, eingehender bearbeitet zu haben. Dieser Forscher kam zu dem Resultat, daß die Conidien bildende Form, das eigentliche *Fusicladium*, welche im Sommer parasitär zwischen Cuticula und Epidermis wächst, durch die Ascusform, die *Venturia*, abgelöst wird, welche den Winter über im Innern des toten Blattes ein rein saprophytisches Dasein führt.

Verfasser machte es sich zur Aufgabe, die Umwandlung der Conidiengeneration in die Ascusform und insbesondere die Entwicklung der Perithecien genauer zu untersuchen. Als Material dienten von *Fusicladium dendriticum* (Wallr.) Fckl. befallene Blätter des Apfelbaums. Der Pilz ist im Sommer leicht an den braunen, dendritisch verzweigten Flecken zu erkennen, die von den vegetativen Hyphen und den Conidien gebildet werden. Im Spätherbst erlischt sein Wachstum, und wenn im November der Apfelbaum sein Laub wirft, stirbt die Conidienvegetation auf der Blattoberseite ab. Später sind die Stellen, die vom Pilz bewohnt waren, nur noch an der grauen Farbe und der beulenförmigen Verwölbung zu erkennen. Solche Blätter wurden nun unmittelbar nach dem Laubfall untersucht. Es zeigte sich, daß die braunen Hyphen, die im lebenden Blatte nur unter der Cuticula vegetiert hatten, ohne die Epidermis zu beschädigen, im abgestorbenen auch in die inneren Gewebe eindringen; und zwar wachsen sie zwischen der Epidermis und den Palissadenzellen ein, um das lockere Schwammparenchym nach allen Richtungen zu durchsetzen. Hier erfolgt auch die Bildung der Perithecien: An einer beliebigen vegetativen Hyphe entspringt ein Seitenast, der sich in einer schneckenhausartigen Windung zusammenrollt und dessen Schnittfigur etwa die

Gestalt eines griechischen σ zeigt. Weder der Größe noch dem Inhalt nach unterscheiden sich diese Zellen von jeder anderen *Venturia*-Hyphe. Ältere Stadien dagegen sind dadurch gekennzeichnet, daß der plasmatische Zellinhalt sich nach der HAIDENHAINschen Eisenhämatoxylinmethode dunkler färbt, die Kerne sich vergrößern und die braune Membran ausgezogen erscheint. Außerdem nimmt durch Längenwachstum und Teilungen der Umfang des jungen Peritheciums zu. Ein gewisser Unterschied macht sich jetzt zwischen den äußeren und inneren Zellen desselben geltend. Die ersteren werden stark in die Länge gezogen und verschmälern sich dadurch, während die Zentralen an Volumen zunehmen und im Gegensatz zu jenen auch ihre Kerne vermehren. Je älter nun die Perithecien werden, desto stärker wird der Kontrast zwischen den äußeren und den inneren Elementen, indem diese sich zu dem rein geschlechtlichen Ascogon-Faden, jene zu den vegetativen Gehäusezellen umbilden. Bei den Gehäusezellen, die immer noch mit einer dicken braunen Membran versehen sind, überwiegt den inneren gegenüber die Zellteilung. Die ascogenen Elemente dagegen vergrößern sich wesentlich durch Volumzunahme. Schließlich bilden sie einen Faden aus meist vierkernigen Zellen, dessen Anordnung, entsprechend dem ursprünglichen Bauplan, noch deutlich σ-förmig ist. — Hat nun — etwa zu Anfang Dezember — das Perithecium eine dreischichtige plectenchymatische Wandung gebildet, so macht sich auch zwischen den einzelnen Elementen des Ascogons ein Unterschied bemerkbar. Die Zentralen erweitern sich so stark, daß sie schließlich den ganzen mittleren Teil des Gehäuses ausfüllen. Im Gegensatz dazu strecken sich die Zellen der äußeren Windung mehr und mehr in die Länge. Besonders intensiv ist das Längenwachstum bei der peripheren Endzelle, welche an die Gehäusewandung grenzt und die schließlich die anderen Elemente um ein Vielfaches an Länge übertrifft. Bei noch älteren Stadien zwängt sie sich durch das Gehäuse hindurch und ragt frei aus demselben hervor. Diese Zelle nun stellt die Anlage eines Trichogyns dar. An ihr wurden nämlich — Anfang und Mitte Dezember — Kopulationsvorgänge beobachtet, welche unter Mitwirkung besonders differenzierter Antheridien erfolgen. Letztere werden an gewöhnlichen vegetativen Hyphen angelegt, und entstehen entweder aus den Gehäusezellen selber oder in deren Nähe. Ihre Ausbildung wird dadurch eingeleitet, daß die Endzelle des betreffenden Hyphenfadens anschwillt und sich dicht mit Plasma und Kernen füllt. Das junge Antheridium verzweigt sich hierauf durch Anlage kurzer, breiter Äste und gestaltet sich schließlich

zu einem stark gelappten, handförmigen Gebilde. Nunmehr wächst die Trichogyne dem Antheridium entgegen und legt sich quer über dasselbe, wie Fig. 1 wiedergibt. Sodann umgreifen die ♂ Zellen die Trichogynspitze; dabei pressen sie sich eng an dieselbe, so daß die Kontaktstelle abgeflacht erscheint. Ist einmal der erste Zusammenhang hergestellt, so bildet das Antheridium neue Auszweigungen, welche auch den unteren Teil der Trichogyne umklammern. Durch die gegenseitige Abplattung der An-

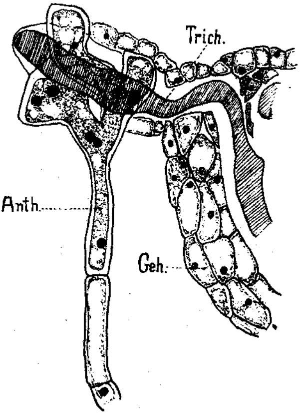


Fig. 1. Der Kontakt zwischen Antheridium (Anth.) und Trichogyne (Trich.), die aus dem Gehäuse (Geh.) hervorragt.

theridienzellen entsteht eine plectenchymatische Gewebeschicht, in der die Trichogyne schließlich wie in einem Gehäuse eingeschlossen erscheint. Jetzt bildet auch die Trichogyne an den Berührungs-stellen kurze Ausstülpungen, die sich in die ♂ Zellen hineinpressen. Durch den Druck verdünnt sich die trennende Membran und erscheint schließlich siebartig durchlöchert. Nunmehr wandern die ... Antheridiums durch die neugebildete Öffnung ein und ... die Trichogyne, wo sie häufig perlschnurförmig hinter- ... angetroffen werden. Auch die Querwände der

Ascogonzellen, die sich anfangs ihrer Wanderung hindernd in den Weg stellen, werden aufgelöst und es können die Kerne den weiblichen Faden in seiner ganzen Länge durchziehen. Schließlich häufen sie sich in den zentralen Endzellen an. Dieses Stadium gibt die Figur 2 wieder, die einen Medianschnitt durch ein

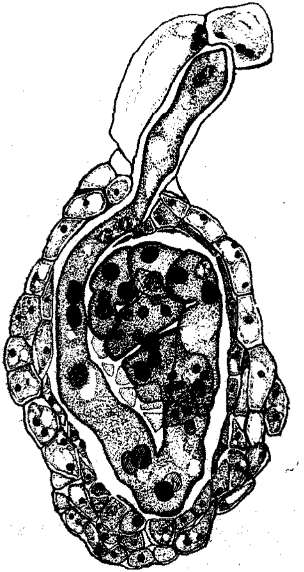


Fig. 2. Medianer Längsschnitt durch ein Perithecium mit ascogenem Faden.

Perithecium darstellt. Die Spitze des σ-förmigen Ascogons ragt als Trichogyne aus dem Gehäuse und ist von zwei zum Antheridium gehörenden Zellen flankiert, die schon größtenteils entleert erscheinen. Der Kernübertritt hat somit bereits stattgefunden und ebenso die Wanderung durch die Trichogyne. Einzelne von

den in Paaren auftretenden Kernen liegen noch auf den Einschnürungen, welche die ursprünglichen Zellgrenzen der ascogenen Elemente andeuten; die meisten sind schon in den zentralen Endzellen angelangt. —

Das weitere Schicksal der Ascogonzellen läßt sich schwer verfolgen, da sie durch das Wachstum des Peritheciums unregelmäßig in die Länge gedehnt werden. Besonders gilt das für die Trichogyne und die angrenzenden Zellen. Diese haben ihre Aufgabe erfüllt und werden resorbiert; in älteren Stadien sind sie nur noch als zerdrückte Überreste zu erkennen. Im Januar erfolgt dann die Bildung der Paraphysen und der Asci; wie aus einigen Beobachtungen hervorzugehen scheint, werden letztere als seitliche Ausstülpungen der Zentralen angelegt, in welche die Kerne einwandern. Da über diese Entwicklungsvorgänge und insbesondere über die Kernverhältnisse Einzelheiten noch ausstehen, soll später an anderer Stelle Ausführlicheres berichtet werden. Auch sind noch weitere Untersuchnngen über ähnliche blattbewohnende Ascomyceten im Gange.

Proskau O.-S., Botanische Versuchsstation.

---

19. W. Wangerin: Vorläufige Beiträge zur kartographischen Darstellung der Vegetationsformationen im nordostdeutschen Flachland unter besonderer Berücksichtigung der Moore.

(Eingegangen am 12. April 1915.)

I.

Seit mehreren Jahren mit Studien über die Pflanzenvereine Ostpreußens beschäftigt, die ich in letzter Zeit auch auf Teile Westpreußens auszudehnen Gelegenheit hatte, über welch letzteres außerdem eine im Vergleich zu Ostpreußen sehr viel reichhaltigere einschlägige Literatur[1]) vorliegt, habe ich dabei insbesondere auch

1) Neben der seither in mancher Beziehung überholten und für den vorliegenden Zweck auch nur teilweise gut brauchbares Material liefernden Arbeit von SCHOLZ (Die Pflanzengenossenschaften Westpreußens, in Schriften der Naturforschenden Gesellschaft Danzig, XI, Heft 3, 1905) kommen vor allem die zahlreichen in den letzten Jahren erschienenen Arbeiten von H. PREUSS in Betracht.

der Formationskartierung, die mir bei der speziellen Bearbeitung der Vegetationsformationen eines engeren Gebietes eine überaus wichtige Aufgabe[1]) zu sein scheint, und den damit zusammenhängenden Fragen meine Aufmerksamkeit zugewendet. Eine größere auf diesen Gegenstand bezügliche Arbeit, für die ich bereits einen großen Teil des erforderlichen Materials gesammelt habe und die zum Teil auch bereits nahezu fertig gestellt ist, hat leider keine Aussicht, in absehbarer Zeit zu einem endgültigen Abschluß zu gelangen, da infolge der durch den Krieg herbeigeführten Verhältnisse die dazu noch erforderlichen Geländeuntersuchungen in Ostpreußen, insbesondere auch der Abschluß der Untersuchung der Vegetationsverhältnisse des „Großen Moosbruchs" im Kreise Labiau[2]) und eine eingehende Erforschung der Kurischen Nehrung (Karten von diesen beiden Gebieten waren in erster Linie als erläuternde Musterbeispiele für den speziellen Teil jener Arbeit ins Auge gefaßt, sind aber im Entwurf erst teilweise fertig) bis auf weiteres vertagt werden müssen. Es erscheint mir daher angezeigt, einige prinzipielle Gesichtspunkte und Bemerkungen über Fragen allgemeinerer Natur, die mit der Aufgabe jener Arbeit zusammenhängen, in Gestalt einer vorläufigen Mitteilung bereits an dieser Stelle zu diskutieren.

Die allgemeinen Grundlagen für die Kartographie der mitteleuropäischen Vegetationsformationen sind insbesondere von DRUDE[3])

---

1) Das ziemlich wegwerfende Urteil, welches BROCKMANN-JEROSCH (Die Flora des Puschlav und ihre Pflanzengesellschaften. Leipzig 1907; vgl. S. 239—240) über die pflanzengeographische Kartographie fällt, scheint mir wenig gerechtfertigt und nicht nur durch die Ausführungen DRUDEs, sondern auch durch die positiven auf diesem Gebiet bereits vorliegenden Leistungen hinlänglich widerlegt. Man vgl. auch FLAHAULT und SCHRÖTER, Phytogeographische Nomenklatur, Berichte und Vorschläge, herausgegeben für den III. internationalen Botaniker-Kongreß (Zürich 1910), wo es im 1. und 2. Leitsatz des von der Kartographie handelnden Abschnittes (S. 10—13) heißt: „es ist zu wünschen, daß jede phytogeographische Arbeit von Karten begleitet sei; jede gute pflanzengeographische Karte ist ein wichtiger Beitrag zur Landeskunde."

2) Ein vorläufiger Bericht über den ersten Teil dieser Untersuchung, die ich im Rahmen der vom Preußischen Botanischen Verein in die Wege geleiteten, leider nur langsam fortschreitenden Untersuchung der Moore Ostpreußens ausgeführt habe, ist unlängst im Jahresbericht 1913 des genannten Vereins erschienen.

3) O. DRUDE, Die Methode der speziellen pflanzengeographischen Kartographie in Wissenschaftl. Ergebn. d. internat. bot. Kongr. Wien 1905 (erschienen Jena 1906), S. 427—433 und: Die kartographische Dartellung mitteldeutscher Vegetationsformationen, in Engl. bot. Jahrb. XL, Beibl. 93 (1908), S. 10—38.

eingehend behandelt und die leitenden Grundsätze durch Herausgabe von drei Kartenblättern aus verschiedenen Gegenden des Königreichs Sachsen erläutert worden; es kam für die analogen von mir im nordostdeutschen Flachland verfolgten Zwecke daher in erster Linie darauf an zu prüfen, inwieweit die von DRUDE unter besonderer Berücksichtigung des herzynischen Florenbezirks ausgearbeitete Methode im Hinblick auf die besonderen Verhältnisse des Untersuchungsgebietes einerseits und unter Berücksichtigung der seither erzielten Ergebnisse der pflanzengeographischen Forschung, denen wir die Klärung mancher wichtigen Fragen verdanken, andererseits einer etwaigen Abänderung bedürftig erschiene.

Wie DRUDE auf seinen Musterkarten, so verwende auch ich die Meßtischblätter[1]) im Maßstabe 1 : 25 000 als kartographische Grundlage für die pflanzengeographische Kartierung, da diese sich infolge der Genauigkeit und Ausführlichkeit der Geländedarstellung zur Gewinnung von „topographischen Formationsbildern" weitaus am geeignetsten erweisen und in den meisten Fällen ohne Schwierigkeit die Eintragung aller wesentlichen und wertvollen Einzelheiten auch bei reich gegliederten Formationstypen gestatten, wie das bei Karten kleineren Maßstabes vielfach nicht mehr der Fall ist. Drei Hauptforderungen sind es, die mit DRUDE an Karten dieser Art zu stellen sind, nämlich 1. klare Darstellung der Gliederung der Vegetationsformationen unter Berücksichtigung des physiognomischen Landschaftscharakters, 2. Bezugnahme auf das ökologische Wesen der Formationen, namentlich ihre Bedingtheit durch klimatische und edaphische Faktoren, 3. Kennzeichnung der Bedingtheit des Aufbaues und der Zusammensetzung der Formationen durch die Landesflora.

Für die Erfüllung der beiden ersten Forderungen würde offenbar der einfachste Weg darin bestehen, durchgängig ein einheitliches System der Formationsgliederung zugrunde zu legen und damit auch die Verteilung der Farbensignaturen einheitlich zu regeln; auch in dem Bericht von FLAHAULT und SCHRÖTER wird die Ausarbeitung einer einheitlichen Farbenskala für die Formationen gemäßigter und kalter Gegenden als wünschenswert bezeichnet, ohne daß allerdings detaillierte Vorschläge in dieser Be-

1) Die Meßtischblätter für Ostpreußen sind allerdings erst im Erscheinen begriffen, und auch hierin wird jedenfalls der Krieg eine starke Stockung mit sich bringen; in vielen Fällen können aber die ebenfalls im Maßstab 1 : 25000 gehaltenen forstfiskalischen Karten als brauchbarer Ersatz dienen. Für Westpreußen liegen die Meßtischblätter, mit Ausnahme des Gebietes der Tucheler Heide, annähernd vollständig vor.

ziehung gemacht werden. Das von DRUDE als erstrebenswert bezeichnete Ziel, daß die nach gleicher Methode und in möglichst gleicher Farbengebung aus verschiedenen Gebieten und Ländern hergestellten Karten Vergleiche nach den verschiedenen in Betracht kommenden Gesichtspunkten möglichst erleichtern sollen, würde allerdings bei Befolgung dieses Weges am meisten gefördert werden; doch stehen den Vorteilen einer solchen Vereinheitlichung auch nicht unbedeutende Nachteile gegenüber, die einerseits darin begründet liegen, daß eine einheitliche Fixierung der Arbeitsvorschriften bei der außerordentlichen Mannigfaltigkeit der durch die pflanzengeographische Kartographie zu erfassenden Tatsachen eine starke Beschränkung der Ausdrucksmöglichkeiten bedingt, andererseits mit der Schwierigkeit der Festlegung eines einheitlichen Systems der Pflanzenformationen zusammenhängen. In letzterer Hinsicht ist vor allem der Arbeit von BROCKMANN-JEROSCH und RÜBEL[1]) zu gedenken, die, von der Erwägung ausgehend, daß die bisherigen „ökologischen" Einteilungen durch einseitige Betonung des einen oder anderen als besonders wichtig angesehenen Faktors zu unbefriedigenden Ergehnissen führen, daß aber ökologische Bedingungen und Physiognomie im Verhältnis von Ursache und Wirkung zueinander stehen und daher die Berücksichtigung der letzteren der Gesamtökologie am ehesten gerecht zu werden vermag, bei ihrer Einteilung der Pflanzengesellschaften der Physiognomik die ausschlaggebende Stellung zuweisen. Es ist ohne weiteres einzuräumen, daß die genannten Autoren auf diesem Wege eine Einteilung geschaffen haben, die vor allem den Vorzug konsequenter Durchführbarkeit des gewählten Einteilungsprinzipes besitzt und die außerdem dem gleichzeitig verfolgten Zweck der Schaffung einer allgemein anwendbaren Nomenklatur gute Dienste zu leisten vermag. Eine andere Frage aber ist es, ob die so gewonnene Einteilung in jeder Beziehung als eine natürliche und zwanglose Gruppierung der Pflanzengesellschaften zu bezeichnen ist. Zwar ist die Physiognomie stets eine Funktion der Gesamtökologie, aber, da es sich bei letzterer um eine Vielzahl von untereinander in komplizierter Wechselwirkung stehenden Faktoren handelt, im einzelnen Falle doch in sehr verschiedener Weise, und ebenso wie eine von mehreren unabhängigen Variabelen bestimmte Funktion keiner einfachen graphischen oder tabellarischen Darstellung fähig ist, so wird bei den Pflanzengesell-

1) BROCKMANN-JEROSCH und RÜBEL, Die Einteilung der Pflanzengesellschaften nach ökologisch-physiognomischen Gesichtspunkten. Leipzig 1912.

schaften jede einfach lineare oder auch zweidimensionale Anor nung wohl in keinem Fall es vermögen, allen natürlichen Z sammenhängen, die sich der direkten Beobachtung oft mit groß Klarheit und Schärfe darbieten, gerecht zu werden, und andere seits es vermeiden können, gelegentlich auch heterogene Dinge : kombinieren. Die Rechtfertigung dieser allgemeinen Erwägu wird weiter unten bei der Besprechung der Pflanzenbestände d Moore an einem speziellen Beispiel näher auszuführen sein; übrige hat auch DRUDE[1]) bereits darauf hingewiesen, daß die knappe Z sammenfassung der Formationsgruppen zu nur vier Vegetation typen nicht für eine Scheidung der hauptsächlichen ökologische Besiedelungseinheiten paßt und gewisse fundamentale Unterschie einigermaßen gewaltsam überbrückt. Auch scheint es mir gebote auf die Grenzen, welche der Brauchbarkeit solcher generelle Systeme überhaupt gesteckt sind, hinzuweisen; dieselbe ist wol in erster Linie auf größere Gesamtdarstellungen[2]) beschränkt, un für solche mag die Einteilung von BROCKMANN-JEROSCH un RÜBEL wegen ihrer inneren Konsequenz und als wenigstens in de Mehrzahl der Fälle zurzeit bester Ausdruck der Gesamtökologi besondere Vorzüge besitzen; wo es sich aber um die bis ins De tail gehende Darstellung der Pflanzenvereine eines engeren Ge bietes handelt, bin ich mit GRADMANN[3]) der Ansicht, daß allge meine Vorschriften bezüglich der Einteilung der Formationen wede erwünscht noch für die Verständigung notwendig erscheinen, d in solchen Fällen die Zahl der Formationen nicht so groß ist, da sie sich nicht auch ohne ein starres Einteilungsschema übersehe ließen, und daß daher die Gruppierung der Pflanzenvereine zwec mäßig so erfolgt, daß sie den besonderen Verhältnissen tunlich Rechnung trägt und die unvermeidbaren Härten auf ein möglichs geringes Maß reduziert, auch wenn dabei der Grundsatz der Konse quenz nicht im vollen Umfange gewahrt bleibt. Daß dabei de Berücksichtigung der Physiognomie immer noch in ausreichende Maße Rechnung getragen wird, ergibt sich zumeist aus der Natu der Sache von selbst; für die Zwecke der pflanzengeographische Kartographie ist dabei die von FLAHAULT und SCHRÖTER e

1) O. DRUDE, Die Ökologie der Pflanzen, Braunschweig 1913; vgl. ins besondere S. 224–225.

2) Eine solche hat RÜBEL auf der Grundlage jenes Systems in de Artikel „Ökologische Pflanzengeographie" in Bd. IV des Handwörterbuch der Naturwissenschaften (Jena 1913) geliefert.

3) R. GRADMANN, Über Begriffsbildung in der Lehre von den Pflanze formationen in Engl. bot. Jahrb. XLIII, Beibl. 99 (1909), S. 91–103.

hobene Forderung zu beachten, daß die Hauptfarben nach Möglich keit im Hinblick auf die natürliche Färbung der darzustellenden Pflanzengesellschaft gewählt werden sollten, obschon auch das sich begreiflicherweise nicht restlos durchführen läßt.

Die obige Stellungnahme zu der Frage der Gliederung der Pflanzengesellschaften erscheint mir insbesondere auch im Hinblick auf die Bedürfnisse der Formationskartierung als der zweckmäßigste Standpunkt, denn wenn auch die Farben an sich fast unbegrenzte Möglichkeiten für die Darstellung pflanzengeographischer Tatsachen bieten, so würde doch eine im Anschluß an ein einheitliches System (sei es auch etwa nur für das mitteleuropäische Florengebiet) erfolgende Festsetzung einer einheitlichen Farbenskala es bedingen, daß die verfügbaren Grundfarben kaum sehr viel weiter als zur Kennzeichnung der Formationsgruppen reichen, daß man also für die Darstellung der feineren Abstufungen auf die Verwendung verschiedenartiger Schraffierung und sonstiger Signaturen (denn ein überstarker Gebrauch verschiedener Farbtönungen ist aus praktischen Gründen auch nicht empfehlenswert) angewiesen wäre. Ein solches Verfahren ergibt aber bei weitem nicht den Grad von Klarheit und Übersichtlichkeit, wie er durch Gebrauch verschiedener Farben erzielt werden kann und da in den verschiedenen Teilen eines größeren Florengebietes hier die eine, dort die andere Formation oder sogar Formationsgruppe mehr oder weniger vollständig ausfällt und dafür bald diese, bald jene nicht nur hinsichtlich ihres Umfanges, sondern auch hinsichtlich ihrer Gliederung wesentlich stärker betont erscheint, so ist es angezeigt, die Einheitlichkeit der Farbengebung — die Wahrung der *allgemeinen leitenden Prinzipien wird dadurch selbstverständlich* nicht berührt — auf die eine natürliche Einheit bildenden Teilgebiete zu beschränken. Was insbesondere die DRUDEsche, zunächst unter besonderer *Berücksichtigung des herzynischen* Florenbezirkes ausgearbeitete Farbenskala anbetrifft, so sind es vor allem die gesamten montanen Genossenschaften, die für das hier in Betracht gezogene Gebiet des nordostdeutschen Flachlandes in Wegfall kommen, während andererseits in letzterem, abgesehen von der auch in mancher Beziehung anders gearteten Ausprägung der Waldformationen, wesentliche Bereicherungen sich vor allem durch die viel reichere Ausgestaltung der Moore und durch die den Seestrand begleitenden Formationen ergeben.

Von maßgebender und grundlegender Bedeutung auch für die Lösung der der pflanzengeographischen Kartographie gestellten Aufgaben ist selbstverständlich die Bestimmung des Umfanges des

Formationsbegriffes. In dieser Beziehung sind, wenngleich in manchen Punkten die Meinungen immer noch nicht unbeträchtlich auseinandergehen, doch seit dem Erscheinen der DRUDEschen Arbeiten über die Formationskartographie nicht unwesentliche Fortschritte zu verzeichnen, die eine Klärung und präzisere Erfassung der einschlägigen Begriffe und methodischen Fragen mit sich gebracht haben. Insbesondere finden wir in der bereits oben zitierten Arbeit GRADMANNs wichtige Beiträge zu einer Klärung und methodischen Durcharbeitung der maßgebenden Begriffsreihen; daneben ist besonders auf die pflanzengeographischen Monographien von BROCKMANN-JEROSCH[1]) und RÜBEL[2]) sowie auf DRUDEs ebenfalls schon genanntes neuestes Werk über die Ökologie der Pflanzen zu verweisen. Hiernach kommt es in erster Linie darauf an, den gesamten Artenbestand der natürlichen, in sich selbst geschlossenen Pflanzenvereine, wie sie im Untersuchungsgelände gegeben sind, an möglichst zahlreichen Orten aufzuzeichnen, um so auf rein induktivem Wege die Bausteine zu gewinnen, aus denen das Gesamtgebäude als ein organisches und übersichtliches Gebilde zusammenzufügen ist; die auf diesem Wege festgestellten, als nahe verwandt sich erweisenden Einzelbestände werden zu Gruppen vereinigt, die man im Anschluß an BROCKMANN-JEROSCH und RÜBEL zweckmäßig mit dem Ausdruck „Bestandestypus"[3]) belegt. Ein solcher ist also (nach der Definition bei RÜBEL) eine Pflanzengesellschaft von bestimmter floristischer Zusammensetzung, einheitlichen Standortsbedingungen und einheitlicher Physiognomie, während die Bezeichnung „Formation" der dem Bestandestypus übergeordneten nächsthöheren Stufe vorbehalten bleibt, eine Formation demnach aus mehreren Bestandestypen besteht, die, wenn auch verschieden in ihrer floristischen Zusammensetzung, doch in erster Linie in den Standortsbedingungen und in zweiter Linie in den Lebensformen übereinstimmen. Wenn hiernach der Formationsbegriff zunächst vorzugsweise auf die ökologischen und phy-

---

1) Siehe oben S. 169 Anmerkung 1; die fraglichen Darlegungen finden sich auf S. 237—249 des Werkes.

2) E. RÜBEL, Pflanzengeographische Monographie des Berninagebietes, Leipzig 1912; vgl. insbesondere daselbst S. 86—96.

3) In Brüssel hat man sich, um einen international brauchbaren Terminus zu haben, auf den Ausdruck „Association" statt Bestandestypus geeinigt und wird derselbe auch von DRUDE in seiner Ökologie akzeptiert; zu Bedenken gibt dieser Terminus nur insofern Anlaß, als er in der floristischen Pflanzengeographie seit langer Zeit (vgl. z. B. LOEW, DRUDE in seinem Werk über den Hercynischen Florenbezirk, PREUSS u. a. m.) in ganz anderem Sinne gebraucht wird.

siognomischen Verhältnisse gegründet und von der floristischen Zusammensetzung losgelöst erscheint, so kann man doch zweifelhaft sein, wie weit man in letzterer Beziehung gehen soll und ob die von DRUDE[1]) mit den Worten: „Die Formationen sind die einem bestimmten Klima und Boden entspringenden und durch das Vorherrschen bestimmter, maßgebender, physiognomischer Lebensformen charakterisierten Besiedelungseinheiten“ ausgesprochene Verallgemeinerung nicht eine zu weitgehende ist, indem dann (dies Beispiel wird von DRUDE selbst l. c. S. 216—217 ausgeführt) die mitteleuropäischen und die kanadisch-nordamerikanischen Wälder in derselben Vegetationsformation aufgehen, obschon sie auch nicht ein Glied des Artenbestandes gemeinsam haben. Meinem Empfinden nach würde es zweckmäßiger sein und auch geeignet, den Begriff Bestandestypus von einer allzu komplizierten geographischen Gliederung zu entlasten, wenn man zwischen die Stufe, die von DRUDE hier Vegetationsformation genannt wird, und den Bestandestypus eine dazwischen liegende Stufe einschaltet und dieser den Namen Formation gibt, für jene aber eine Bezeichnung wie Formationstypus oder dgl. in Anwendung bringt. Die Pflanzengesellschaften, die in den Monographien von BROCKMANN-JEROSCH und RÜBEL als Formationen bezeichnet werden, scheinen mir auch viel eher Formationen in dem letzteren als in dem DRUDEschen Sinne zu sein; in der Rangstufenordnung der genannten Autoren werden auch zwischen Formation und die höchste, Vegetationstypus genannte Einheit die beiden Unterabteilungen Formationsgruppe und Formationsklasse eingeschaltet, wodurch wohl ähnlichen Erwägungen Rechnung getragen werden soll. Für die hier in erster Linie ins Auge gefaßte Aufgabe der Bearbeitung der Pflanzenvereine eines engeren Gebietes kommt allerdings der zuletzt berührten Frage nur sekundäre Bedeutung zu und nur wenn es sich um Vergleiche mit parallelen Erscheinungen anderer Gebiete handelt, die unter Umständen zur Klärung einzelner Punkte wesentlich beitragen können, wird eine Stellungnahme zu derselben sich gegebenenfalls als notwendig erweisen. Sonst sind für die spezielle Kartographie der *Pflanzenbestände die Begriffe* Bestandestypus und Formation unabhängig von der Weite des letzteren die maßgebenden, wenn an den oben entwickelten Gesichtspunkten bezüglich der Einteilung der Pflanzengesellschaften usw. festgehalten wird. Dabei ist allerdings die Bemerkung nicht zu unterdrücken, daß trotz der präzisen Klarheit der oben in Kürze wieder-

1) DRUDE, Ökologie S. 217.

gegebenen Definitionen sich im Einzelfalle bezüglich der Abgrenzung und Gliederung sowohl der Bestandstypen wie ihre Zusammenfassung zu Formationen manche Zweifel erheben können: nicht jeder von Vegetation bedeckter Fleck Erde deckt sich mit jenen durch Abstraktion gewonnenen Begriffen, Übergangsbildungen, die bisweilen zahlreicher sein können als die „reinen Typen“, erschweren die Beurteilung nicht selten in starkem Maße, und es verbleibt daher der subjektiven Auffassung des Beobachters immer ein nicht unbeträchtlicher Einfluß. Auch hierauf wird nachher bei der Behandlung der Pflanzenvereine unserer Moore noch zurückzukommen sein. Gleiches gilt übrigens wohl auch von dem von BROCKMANN-JEROSCH und RÜBEL stark betonten Gesichtspunkt der ökologischen Wertigkeit der Formationen bzw. überhaupt der koordinierten Glieder einer und derselben Stufe.

Wenn die Aufstellung und Abgrenzung der Bestandestypen zunächst auf den gesamten Artenbestand zu gründen ist, so bedeutet doch die verschiedene Wertigkeit der einzelnen Komponenten desselben ein Moment von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Die verschiedenen Gesichtspunkte, nach denen man Rangabstufungen unter ihnen vornehmen kann und die insbesondere von GRADMANN[1] mit scharfer Präzision auseinandergesetzt wurden, sind neben der Massenhaftigkeit des Auftretens vor allem die Konstanz der einzelnen Art innerhalb der einzelnen Formation und die Formationsstetigkeit. Da diese Gesichtspunkte sich vielfach kreuzen, ist es schwer, die verschiedenen aus ihnen sich ergebenden Rangunterschiede und ihre verschiedene Wertigkeit für die Charakterisierung des Bestandestypus durch eine klare und einheitliche Terminologie abzugrenzen. Indem ich im übrigen in dieser Beziehung auf die Ausführungen GRADMANNS sowie auch diejenigen von BROCKMANN-JEROSCH[2] verweise und einige nähere Auseinandersetzungen hierüber meiner späteren ausführlichen Publikation vorbehalte, will ich hier nur kurz auf einen Punkt hinweisen, das ist der Begriff der Leitpflanzen und Charakterarten, den die genannten Autoren nur für solche Arten angewendet wissen wollen, die mehr oder weniger ausschließlich nur einem bestimmten Bestandestypus angehören. Eine solche enge Umgrenzung scheint mir etwas dem natürlichen Gefühl zu widerstreiten, da man bei dem Ausdruck Leitpflanzen unwillkürlich zuerst an jene Elemente des Artbestandes denken wird, die *erstens konstant und zweitens in einem das Vegetationsbild stark*

1) GRADMANN l. c. S. 99—100.
2) BROCKMANN-JEROSCH, Die Flora des Puschlav S. 244—247.

beeinflussenden Mengenverhältnis auftreten, während andererseits die formationssteten Arten, auch wenn sie konstant sind, nicht *selten nur ein sehr sporadisches Auftreten zeigen.* Ohne deshalb in den von GRADMANN mit Recht gerügten Fehler verfallen zu wollen, das Wesen der Formationen einfach in die dominierenden Arten zu verlegen, scheint es mir doch angemessener, den Begriff der Leitpflanzen[1]) von dem der Formationsstetigkeit loszulösen und ihn für die der Menge nach stärker tonangebenden und deshalb auch für die Physiognomie wesentlichen Bestandteile zu reservieren, dagegen diejenigen konstanten Arten, die nicht stärker dominierend auftreten, aber den Charakter der Formationsstetigkeit besitzen, als *formationseigene (bezw. bestandeseigene) Elemente zu bezeichnen;* Charakterarten endlich könnte man diejenigen Elemente nennen, welche beide Eigenschaften in sich vereinigen. Die Berechtigung zu dieser Abweichung von der bisherigen Übung ergibt sich ganz besonders aus den formationsbiologischen Eigenschaften der auf Mooren sich befindenden Pflanzenvereine; hier ist in vielen Fällen der Charakter der Formationsstetigkeit nicht vorhanden, so daß, wollte man die Verhältnisse nur nach der Kategorie der eigentlichen „Moorpflanzen" beurteilen, ein völlig unzureichendes Bild sich ergeben würde; vielmehr ist, wie auch PAUL[2]) betont, gerade die Verteilung der einzelnen Pflanzenarten im Moor und ihre Mischung mit bestimmten Begleitpflanzen für die einzelnen Bestandesformen charakteristisch.

Für die Aufgabe der speziellen Formationskartographie dürften hiermit in der Hauptsache die erforderlichen allgemeinen Grundlagen klar gestellt sein; es ergibt sich als zweckmäßigstes Verfahren für die Darstellung der unterschiedenen Formationen die Kennzeichnung durch die verschiedenen Grundfarben, für diejenige der Bestandestypen eine solche durch Farbtönungen und farbige Schraffierung u. dgl., wobei im einzelnen Fall eine gelegentliche Abweichung von dieser allgemeinen Regel eine besondere Störung nicht bedingen dürfte; inwieweit auch die Nebentypen als Variationen der Bestandestypen zur Darstellung zu bringen sind, wird sehr von

1) Auch der Terminus „Leitpflanzen" besitzt, ähnlich wie es oben für die Association angemerkt wurde, neben dieser Bedeutung, die er für die „physiographische Ökologie" (DRUDE 1913) besitzt, noch eine ganz andere im *Sinne der floristischen Pflanzengeographie; wo er im folgenden vom Standpunkt der letzteren aus gebraucht wird,* soll stets von „pflanzengeographischen Leitpflanzen" die Rede sein.

2) H. PAUL, Die Moorpflanzen Bayerns, in Berichte d. bayer. bot. Gesellsch. XII (München 1910) S. 136—228.

den jeweiligen besonderen Umständen (wie räumliche Ausdehnung derselben u. a. m.) abhängen. Übergangstypen lassen sich durch Überdruck verschiedener Farben oder ähnliches ebenfalls unschwer darstellen. Neben der Farbenbedeckung fügt DRUDE nun aber auf seinen Karten noch in rotem Farbdruck Buchstaben-Signaturen hinzu, welche als Abkürzungen der Speziesnamen die Charakterpflanzen und die pflanzengeographisch wichtigen Leitpflanzen kennzeichnen und so diejenigen Einzelheiten hinzufügen sollen, welche für den besonderen Landschaftscharakter von Wichtigkeit sind; vor allem soll durcb dieses Mittel auch der Vergleich von entsprechend hergestellten Karten desselben Florengebietes erleichtert werden. Um den Gebrauch solcher Signaturen — die ohne Zweifel ein unentbehrliches Hilfsmittel darstellen, bei denen aber ein Zuviel wie jede Überlastung der Karte durch ein Übermaß von Details die Übersichtlichkeit stark beeinträchtigen kann — zweckmäßig zu gestalten, ist also zu unterscheiden, ob sie die Charakterarten und physiognomischen Leitpflanzen einer Formation oder ob sie Leitarten im pflanzengeographischen Sinne hervorzuheben bestimmt sind, und es führt dies zugleich auf die allgemeinere Frage, innerhalb welcher Grenzen bei der floristischen Grundlage, die den Begriffen Bestandestypus und bis zu einem gewissen Grade auch der Formation gegeben wurde, Variationen des Artbestandes, wie sie die floristischen Associationen der einzelnen Teilgebiete hervorbringen, in dem System: Formation, Bestandestypus, Nebentypus zur Geltung gebracht werden können. In den Vorschlägen von FLAHAULT und SCHRÖTER heißt es in dieser Beziehung: „Die Association (= Bestandestypus) ist geographisch begrenzt durch die Verbreitung der sie bildenden Arten, besonders der ‚Leitpflanzen', deshalb ist sie vorzüglich geeignet zur Charakterisierung von pflanzengeographischen Gebieten". Mit „Leitpflanzen" sind hier offenbar die pflanzengeographischen Leitpflanzen gemeint, die sich durch ihre Zugehörigkeit zu einem bestimmten Florenelement auszeichnen; bezüglich derselben ist aber darauf hinzuweisen, daß die Rolle, welche sie innerhalb des Artenbestandes eines Bestandestypus spielen, eine sehr verschiedenartige sein kann, daß außerdem die Komponenten eines Bestandestypus vielfach sehr verschiedene Arealgrenzen besitzen und daß die Arten, welche in einem Gebiet als konstante Glieder eines Bestandestypus auftreten, bisweilen sogar verschiedenen Florenelementen angehören können, und selbst wenn im einzelnen Fall die „Leitpflanze" zu den stärker dominierenden Arten gehört, so bildet dies für sich allein noch keinen genügenden Grund für die Aufstellung eines besonderen Bestandestypus, denn

es würde das die Vernachlässigung der Forderung bedeuten, daß ein solcher durch die gesamte Artenliste charakterisiert werden soll. Es erscheint deshalb eine schärfere Fixierung der auf die geographische Charakterisierung bezüglichen Begriffe wohl angebracht; zur Kennzeichnung dieser Verhältnisse wird man im Anschluß an BROCKMANN-JEROSCH und DRUDE am besten[1]) den Terminus „Facies" zur Anwendung bringen, gegen den nur der eine Umstand spricht, daß er in der früheren Literatur in recht verschiedenem Sinne gebraucht worden ist. Um diese Abstufungen der geographischen Wertigkeit innerhalb der in Parallele zu stellenden Bestandestypen — es handelt sich dabei, wie schon vorher betont, um einen gegenüber der Gliederung der Pflanzenvereine in Formationen, *Bestandestypen und Nebentypen wesentlich neuen und* unabhängigen Gesichtspunkt, der sich mit den für jene Gliederung maßgebenden in mannigfacher Weise durchdringen kann etwa analog der Durchkreuzung der verschiedenartigen Gesichtspunkte, von denen aus die Rangabstufungen der Wertigkeit der Komponenten im Gesamtbestande eines Pflanzenvereins beurteilt werden konnten — möglichst klar und scharf zu erfassen, habe ich die Pflanzenvereine der ost- und westpreußischen Moore zu parallelisieren versucht mit jenen der bayerischen und teilweise auch der finnländischen, über die wir durch die schon zitierte Abhandlung von PAUL bezw. eine neuere ausführliche Gesamtdarstellung von CAJANDER[2]) eingehend unterrichtet sind; denn hier sind einerseits die Differenzen, die sich aus der verschiedenen Verbreitung charakteristischer Arten ergeben, tiefgreifend genug, um für die Beantwortung der gestellten Frage eine brauchbare Grundlage bilden zu können, während sich andererseits Übereinstimmungen nicht bloß hinsichtlich der Ökologie der betrachteten Pflanzenvereine, sondern auch bezüglich einer großen Zahl teils allgemein verbreiteter, teils auch zu den pflanzengeographisch bemerkenswerten Arten gehöriger Moorpflanzen ergeben. Es würde den hier verfügbaren Raum weit überschreiten, wenn dieser Vergleich, der ohne Eingehen auf viele Details nicht möglich ist, näher ausgeführt werden sollte; ich muß mich vielmehr hier mit einer ganz kurzen Zusammenfassung der Hauptergebnisse begnügen. Vornehmlich sind folgende Fälle zu unter-

1) Glücklicher würde vielleicht der Ausdruck „geographischer Typus (resp. Subtypus)" sein, auf den man aber nur dann würde zurückgreifen können, wenn die Bezeichnung „Bestandestypus" und „Nebentypus" zugunsten von „Association" ganz ausgemerzt würde.

2) CAJANDER, Studien über die Moore Finnlands, in Acta Forestalia Fennica II (Helsingfors 1913), 208 pp.

scheiden: 1. Bestandestypen mit reicher Artenliste stimmen in den dominierenden Leitpflanzen wie in der überwiegenden Mehrzahl der begleitenden Arten überein, so daß die Unterschiede sowohl prozentual wie ihrer Bedeutung für das Vegetationsbild nach stark zurücktreten; 2. in Beständen von relativ artenarmer Zusammensetzung sind zwar absolut genommen die Unterschiede nicht größer als bei 1., ihre relative Bedeutung ist aber eine entsprechend größere; 3. ökologisch gleichwertige und im sonstigen Artenbestand wesentlich gleichartige Bestandestypen besitzen in einem der beiden Vergleichsgebiete eine wichtige Leitpflanze vor dem anderen voraus; 4. ökologisch gleichwertige und beiden Gebieten gemeinsame Arten vertreten sich als Leitpflanzen in homologen Beständen, wozu eventuell noch eine Kombination mit dem in (3) genannten Fall hinzutreten kann; 5. dieselbe Art, die als Leitpflanze bestimmter Pflanzenvereine erscheint, zeigt in einem der verglichenen Gebiete noch ein abweichendes ökologisches Verhalten[1]); 6. im ökologischen Charakter und dem größten Teil des Artenbestandes übereinstimmende Bestandestypen besitzen in dem einen Gebiet eine Leitpflanze, die zugleich ein dem anderen fehlendes Leitelement einer bestimmten pflanzengeographischen Genossenschaft darstellt; 7. die Variationen des floristischen Gesamtcharakters zweier gleichartigen und in den Leitpflanzen übereinstimmenden Pflanzenbestände, bedingt durch Associationen bestimmter Florenelemente, kommen hauptsächlich im Bereich der akzessorischen Formationsbestandteile zum Ausdruck; 8. seltene, aber im Rahmen der betreffenden Florenelemente als pflanzengeographisch wichtige Leitpflanzen anzusehende Arten besitzen entweder in den Vergleichsgebieten eine verschieden starke Verbreitung oder sind eine spezifische Erscheinung nur eines derselben; 9. eines der beiden Gebiete besitzt Pflanzenvereine, welche sich mit keinem des anderen parallelisieren lassen und welche zudem durch pflanzengeographische Leitpfanzon noch eine besondere Färbung erhalten. Es handelt sich also — besonders wenn man bedenkt, daß einzelne der aufgeführten Fälle sich miteinander kombinieren können — um eine recht wechselvolle und allmähliche Abstufung bietende Verhältnisse, und zugleich geht auch schon aus dieser kurzen Über-

---

[1]) Abweichend von den übrigen sei in diesem Fall kurz das Beispiel namhaft gemacht, das ich im Sinne habe; es handelt sich um die Erle (*Alnus glutinosa)*, die in Ostpreußen fast ausschließlich dem Flachmoor eigen ist, in Bayern dagegen nach Paul in gewissen Zwischenmoorbeständen auftritt, welche etwa den Birkenbeständen der Rüllen und Vernässungsflächen der großen ostpreußischen Hochmoore homolog zu sein scheinen.

sicht deutlich hervor, daß die Gliederung der Formationen in Bestandestypen und Nebentypen nur in einer beschränkten Anzahl von Fällen zugleich auch als Ausdruck für bestimmte Grade jener Stufenreihe in Betracht kommt, oder anders ausgedrückt, daß die verschiedenen Nebentypen, aus denen sich ein Bestandestypus, und die Bestandestypen, aus denen sich eine Formation zusammensetzt, geographisch nicht gleichwertig sind. Also nicht jeder Bestandestypus stellt eine Faciesbildung dar und umgekehrt kommt nicht jeder Facies- oder Subfaciesbildung (mit diesem Ausdruck wird man zweckmäßig Abstufungen geringeren Grades bezeichnen) notwendig der Charakter eines besonderen Bestandes- oder Nebentypus zu; z. B. bietet von den oben zusammengestellten neun Fällen der erste nur schwache Ansätze zur Faciesbildung, die dagegen bei (3) in deutlicher Schärfe hervortritt; in (6) handelt es sich um Nebentypen, die zugleich vermöge ihrer Leitpflanzen, typische Faciesbildungen repräsentieren, während der Fall (5) ein Beispiel dafür bietet, daß Nebentypen, die nur einen der Vergleichsgebiete eigen sind, deshalb noch nicht den Wert von Faciesbildungen zu besitzen brauchen, und die Kombination von (3) und (4) homologe Bestandestypen ergibt, die nur in einem der beiden verglichenen Fälle ausgeprägten Faciescharakter aufweisen. Auch hier dürfte es vielleicht, ohne dadurch ein starres Schema festlegen zu wollen, zweckmäßig sein, nach Analogie der statistischen Methode, welche nach den Vorschlägen von BROCKMANN-JEROSCH zur Bestimmung der konstanten usw. Arten eines Bestandestypus führt, eine Festsetzung darüber zu treffen, bei welchem Prozentsatz der die geographische Charakteristik bedingenden Arten eine eigene Faciesbildung als gegeben angesehen werden und weiterhin die Abtrennung einer solchen als besonderer Neben- resp. Bestandestypus vorgenommen werden soll; denn ebenso wie man bei der Abgrenzung der Pflanzenvereine von Differenzen niederster Ordnung abstrahieren muß und zugleich der ökologischen Wertigkeit gebührende Beachtung zu schenken hat, so würde es auch hier nicht angebracht sein, minimale Unterschiede zu hoch zu bewerten. Der Durchführung einer solchen statistischen Festlegung erwachsen nur daraus gewisse Schwierigkeiten, daß die Faciesbildung keineswegs immer in den dominierenden Arten der Pflanzenvereine, ja nicht einmal (vgl. oben Fall 7) regelmäßig in den konstanten Arten zum Ausdruck zu kommen braucht. Andererseits dürfte eine auf einheitlicher Basis beruhende Durchführung dieser Betrachtungsweise eine Vertiefung der Ergebnisse bei dem Vergleich der verschiedenen Provinzen und Unterprovinzen eines

Florengebietes gegenüber der einfachen Vergleichung der Pflanzenareale erzielen. Den verschiedenen Möglichkeiten, auf welche ich bei der Betrachtung der Pflanzenvereine der Moore in jener Hinsicht gestoßen bin, dürfte folgende Aufstellung gerecht werden: I. Bei sonst wesentlich gleichem Artengehalt besteht ein Unterschied in der bestandbildenden Art; II. die Bestände besitzen mehrere einander gleichwertige bestandbildende Arten, so würde von einer ausgesprochenen Faciesbildung dann zu sprechen sein, wenn mindestens 25 pCt. derselben einem Gebiet als pflanzengeographische Leitpflanzen eigen sind; III. bei gleicher bestandbildender Art und Gemeinsamkeit der überwiegenden Mehrzahl der konstanten Elemente tritt in einem Gebiet in der Begleitflora eine pfanzengeographische Leitpflanze mindestens in der Dichtigkeit V 3 Z 3[1]) stark hervor; IV. unter den konstanten Elementen ist eine derartige stärker tonangebende Art nicht vorhanden, so wird man, unabhängig von der Dichtigkeit ihres Auftretens, von einer besonderen Facies dann sprechen, wenn mindestens 25 pCt. der konstanten Arten pflanzengeographische Leitpflanzen eines der Vergleichsgebiete sind; V. bestandbildende und konstante Arten sind wesentlich übereinstimmend, unter den akzessorischen Elementen gehören aber 50 pCt. oder mehr zu den pflanzengeographischen Leitpflanzen des einen Gebietes. Die Möglichkeit I begründet auf jeden Fall einen Nebentypus, was bei V ausgeschlossen erscheint; in den Fällen II und IV würde zu der Bewertung der Faciesbildung als besonderer Nebentypus dann Anlaß gegeben sein, wenn die Differenzen bis auf 50 pCt. und darüber steigen, in III hin gegen nur dann, wenn er sich mit dem in I vorausgesetzten Unterschied kombiniert; eine Kombination des letzteren schließlich mit IV oder auch eine Kombination von II und IV würde durch Charakterisierung als eigener Bestandestypus auszuzeichnen sein. Selbstverständlich besitzen jene Faciesbildungen die stärkste geographische Wertigkeit, die zugleich auch selbständige Nebentypen oder gar Bestandestypen repräsentieren. In der obigen Aufstellung war zunächst ein Vergleich homologer Bestände eines Gebietes ins Auge gefaßt, es ist aber leicht ersichtlich, daß diese

[1]) Zur scharfen Charakteristik noch besser als die gewöhnlich gebrauchte geeignet, wenn auch etwas schwerfälliger zur Kennzeichnung der Dichtigkeit des Auftretens scheint mir die in den Veröffentlichungen des Preußischen Botanischen Vereins gebräuchliche Methode, welche — unter Hinzufügung der Ziffern 1 bis 5 — mit V die Verbreitung auf der Gesamtfläche des Bestandes, mit Z die Dichtigkeit des Auftretens auf einer beschränkten Fläche, also den Geselligkeitsgrad bezeichnet.

Gesichtspunkte sich auch auf die Bewertung solcher Pflanzenvereine eines Gebietes ausdehnen ließen, mit denen kein Pflanzenverein des anderen sich unmittelbar in Parallele stellen läßt.

Die Richtlinien, die sich aus diesen Überlegungen für die pflanzengeographische Kartographie ergeben, lassen sich dahin aussprechen, daß der Gebrauch der Buchstaben-Signaturen möglichst auf die Charakterisierung der Faciesbildungen zu beschränken ist bezw. noch auf die Eintragung anderer pflanzengeographisch wichtiger Leitpflanzen, aus deren Vorkommen eine Facies- oder Subfaciesbildung nicht abgeleitet werden kann. Für die Bestandestypen dagegen, die zumeist schon durch die Farbengebung und ähnliches gekennzeichnet sind, dürfte sich eine besondere Kennzeichnung der Arten im allgemeinen erübrigen; wo sie aus besonderen Gründen bezw. zur Hervorhebung anderweitig nicht darstellbarer Nebentypen sich als notwendig erweist, ist es wünschenswert, durch Wahl einer anderen Schrift oder einer anderen Farbe die Bezeichnungen gegenüber den für die Faciesbildungen gewählten deutlich zu unterscheiden. Übrigens sei noch hervorgehoben, daß nicht bloß für den Vergleich zweier weiter auseinander liegender Gebiete die oben entwickelten Gesichtspunkte von Bedeutung sind, sondern daß auch innerhalb eines engeren Gebietes, wie es z. B. der Bereich von Ost- und Westpreußen darstellt, gewisse pflanzengeographisch wichtige floristische Variationen sonst gleichartiger Bestandestypen vorkommen, deren Amplitude allerdings im allgemeinen geringer ist als sie oben in den meisten Fällen gefunden wurde; auf den Mooren der beiden Provinzen stellen z. B. *Rubus chamaemorus, Drosera intermedia, Myrica Gale, Chamaedaphne calyculata* u. a. m. solche Arten dar, deren Auftreten einen pflanzengeographisch wichtigen Charakterzug bedeutet, ohne daß selbst bei größerer Dichtigkeit derselben die Aufstellung besonderer Bestandes- oder Nebentypen gerechtfertigt wäre, wenn die in der Natur gegebene Einheitlichkeit nicht durch eine sehr weit gehende Zersplitterung in überdies unter sich sehr ungleichwertige Teilstücke entstellt werden soll.

II.

Nachdem im ersten Teil dieser Beiträge in erster Linie die für die Fragen der Formationskartographie hauptsächlich in Betracht kommenden allgemeinen Gesichtspunkte und Richtlinien der Erörterung unterzogen worden sind, wobei sich auch hier und da bereits Gelegenheit bot auf die besonderen Verhältnisse des Untersuchungsgebietes Bezug zu nehmen, würde nunmehr zu zeigen

sein, wie sich in diesem die Lösung der gestellten Aufgabe im einzelnen gestaltet. Es würde aber selbstverständlich viel zu weit führen, wenn hier eine vollständige Übersicht über die Pflanzenvereine Ost- und Westpreußens und ihre Gliederung in Formationen, Bestandes- und Nebentypen sowie Faciesbildungen entwickelt werden sollte; es sind auch, wie bereits eingangs hervorgehoben wurde, in dieser Beziehung noch keineswegs alle Fragen als endgültig geklärt zu betrachten, da die diesbezüglichen Kenntnisse sich noch durchaus nicht gleichmäßig über alle Gegenden des in Rede stehenden Gebietes erstrecken, was in erster Linie für Ostpreußen, teilweise aber auch für Westpreußen gilt. Ich werde mich daher im folgenden auf eine gedrängte Übersicht über die Formationsgruppierung und einige kurze Bemerkungen zu der einen oder anderen Gruppe beschränken und lediglich auf die Moore etwas näher eingehen. Auch einige vorläufige Angaben über die Art und Weise der Farbenverwendung sollen dabei mit eingeflochten werden, da sich die Wiedergabe einer vollständigen Farbenskala unter den obwaltenden Umständen erübrigt und ohnehin ohne Kartenbeigabe und genaueres Eingehen auf die einzelnen Bestände wenig angebracht sein würde. Allgemein sei in dieser Hinsicht nur bemerkt, daß ich für die Herstellung der Karten mit einer so geringen Zahl von Farbstiften[1]), wie DRUDE sie nach seinen Angaben[2]) bei Aufnahmen im Königreich Sachsen verwendet hat, nicht auslange und daß bei der Farbenwahl vornehmlich auf folgende Punkte Bedacht genommen wurde: 1. Vermeidung zu dunkler und satter Deckfarben besonders in Fällen, wo es sich um Bedeckung größerer Flächen oder Eintragung einer größeren Zahl von Signaturen handelt; 2. möglichste Anpassung der Hauptfarben an die natürliche Färbung der betreffenden Formationsgruppe, ein Verfahren, dem aber Grenzen gezogen sind wegen der starken Konkurrenz bei gewissen Farbtönen (grün, braun) einerseits und der bei konsequenter Durchführung fast unvermeidlichen Ausscheidung mancher an sich gut brauchbaren Farben (z. B. rot, violett) andererseits; 3. Offenhaltung der Möglichkeit der Farben-

1) In technischer Beziehung sei hierzu bemerkt, daß z. B. die auch sonst vortrefflichen „Castell"-Polychromos-Farbstifte der Firma A. W. Faber eine für die meisten Bedürfnisse ausreichende Auswahl von Farben und Farbtönen bieten; zur Ergänzung habe ich daneben noch einige weitere Farbstifte aus ähnlichen Zusammenstellungen anderer Firmen benutzt.

2) Vergl. Seite 169, Anmerkung 3; DRUDE beschränkt sich auf die Benutzung von 12 Hauptfarben, während meine eigene Skala etwa 20 Grundfarben zur Flächenbedeckung und noch einige weitere zur Eintragung von farbigen Signaturen umfaßt.

kombinationen für solche Fälle, in denen es sich um Übergangsbildungen oder um Zusammendrängung mehrerer Typen auf sehr engem Raum handelt; 4. Erzielung eines gewissen Kontrastes bei der Darstellung solcher Pflanzenvereine, die im Gelände häufiger benachbart vorkommen und deren Trennung mit genügender Deutlichkeit hervorgehoben werden soll[1]); 5. Gestaltung der Farbenskala derart, daß auch etwaige zunächst nicht vorgesehene Bestandestypen unschwer eingeschaltet werden können und auch subjektiven Differenzen in der Bewertung des einen oder anderen Pflanzenvereins, wie sie sich auch bei sonst nach einheitlichem Plan verfahrenden verschiedenen Bearbeitern ergeben können, Raum gegeben werden kann, was beides offenbar bei größerer Amplitude der Farbenskala leichter erreichbar ist als bei enger Beschränkung auf wenige Grundfarben.

Was nun die Formationsgruppierung anbetrifft, so dürfte nach meinen eigenen bisherigen Erfahrungen und unter Berücksichtigung der vorhandenen Literatur[2]) den Verhältnissen des Untersuchungsgebietes die folgende Zusammenfassung zu 7 Hauptgruppen (unter Ausschluß der Ruderal- und Segetalflora) am besten gerecht werden:

I. Wälder auf trockenem bis mäßig feuchtem Boden.

II. Sandfluren und Heiden, einschließlich der Dünenvegetation.

III. Sonnige Hügel.

1) Mit Rücksicht hierauf ist es in manchen Fällen zweckmäßig, verschiedene Bestandestypen, die sich derselben Formation unterordnen, mit verschiedenen Farben darzustellen und nicht bloß durch verschiedene Signaturen bei gleichem Farbton; denn offenbar wird die Klarheit der Darstellung weniger beeinträchtigt, wenn eventuell in zwei verschiedenen Formationen oder Formationsgruppen, die räumlich getrennt sind und zwischen denen auch verbindende Übergangsglieder nicht in Frage kommen, ähnliche Farbtöne zur Verwendung gelangen als wenn dies in unmittelbar benachbarten Beständen der Fall ist; auch die Kennzeichnung von Übergangsbildungen wird dadurch erleichtert.

2) Vergl. hierzu insbesondere: H. GROSS, Vegetationsverhältnisse des Kreises Lötzen, in Jahresber. d. Preuss. bot. Ver. 1908, S. 17—89; J. ABROMEIT, Die Vegetationsverhältnisse von Ostpreußen unter Berücksichtigung der benachbarten Gebiete, in Engl. bot. Jahrb. XLVI, Beibl. 106 (1912), S. 65—101, sowie folgende Arbeiten von H. PREUSS: I. Die Vegetationsverhältnisse der Tucheler Heide, in Jahrb. d. westpreuß. Lehrervereins f. Naturkunde II—III (1906/07), S. 54—148; II. Die Vegetationsverhältnisse der westpreußischen Ostseeküste, im 33. Bericht d. Westpreuß. bot.-zool. Ver. (1910), 119 S.; III. Die Vegetationsverhältnisse der deutschen Ostseeküste, in Schriften d. naturf. Gesellsch. Danzig, N. F. XIII (1911), S. 45—257; IV. Die pontischen Pflanzenbestände im Weichselgebiet, in Beiträge z. Naturdenkmalpflege II (1912), S. 350—517.

IV. Mesophytische Wiesen (unter Ausschluß der Sumpf- und echten Moor-, sowie auch der Strandwiesen).
V. Halophytische Strandformationen.
VI. Binnengewässer und deren Ufer.
VII. Sümpfe und Moore.

Es wird hierbei also von der Durchführung eines einheitlichen Einteilungsprinzipes abgesehen und neben physiognomischen und ökologischen Gesichtspunkten auch den topographischen Verhältnissen in gewissen Fällen Beachtung geschenkt, weil auf diese Weise die natürlichen, sich unmittelbar darbietenden Zusammenhänge am besten zur Geltung gelangen. Eine ausschließliche oder auch nur vorzugsweise Berücksichtigung der Physiognomie würde vor allem bei den Mooren zur Zerreißung dieser Zusammenhänge führen, eine Gliederung ausschließlich nach der Wasserökonomie dazu nötigen, gewisse Typen der Kiefernwälder von den übrigen Waldbeständen abzusondern und der xerophilen Vereinsklasse zuzurechnen, ganz abgesehen davon, daß der dann unvermeidlich sich einstellende Begriff der Mesophyten, wie z. B. DRUDE[1]) ausgeführt hat, in der Formationseinteilung zur Verbindung von nur sehr schwach miteinander zusammenhängenden Formationsgruppen führt und die Unterbringung der Moore unter den Hydrophytenvereinen auch nicht ausnahmslos gerechtfertigt erscheint. Was zunächst die Gruppe I anbetrifft, von der also die Bruch- und Moorwälder, die den sonstigen Waldbeständen zwar physiognomisch als geschlossene Bestände von Holzgewächsen, nicht aber ökologisch und vielfach auch nicht floristisch nahe stehen, ausgeschlossen bleiben, so werden sowohl die Laub- als auch die Nadelwälder in ihrer Zusammensetzung wie in ihrer Physiognomie durch die das Gebiet durchschneidenden Vegetationslinien der Buche und Fichte stark beeinflußt. Wenn auch die Laubwaldflora zu beiden Seiten der Buchengrenze im großen und ganzen übereinstimmende Züge aufweist, so wird man doch das Auftreten der Buche, vor allem im Hinblick auf den geschlossenen Buchenhochwald, höher bewerten müssen als eine bloße Faciesbildung, und um dem auch bezüglich der Mischwälder Rechnung tragen zu können, wende ich für die durch starke Beteiligung resp. Alleinherrschaft der Buche gekennzeichneten Laubholzbestände bei der kartographischen Darstellung einen anderen Farbton der violetten Grundfarbe an als bei den gemischten Laubholzbeständen, nämlich rötlichviolett resp. blauviolett. Daß dem Fichtenhochwald (Farbe kräftig hell-

1) DRUDE, Ökologie der Pflanzen, S. 136

braun) eine selbständige Stellung zukommt, kann ebenso wenig zweifelhaft sein, wie daß bei den Mischwäldern solche mit stärkerer Beimengung der Fichte, wie sie im nördlichen Ostpreußen eine besondere Zierde der Landschaft bilden, von den Kiefern-Laubholzmischbeständen zu trennen sind; dabei wird es sich empfehlen, bei den Mischwäldern die Nadelholzfarbe als Grundlage zu nehmen und die Laubwaldfarbe als farbige Signaturen einzutragen. Was die Kiefernwälder angeht, so ist deren Ausbildung, wie z. B. die Schilderungen von H. PREUSS aus der Tucheler Heide und der von ABROMEIT näher ausgeführte Vergleich zwischen den Kiefernwaldungen Masurens und denen des nördlichen Ostpreußen zeigen, eine in so starkem Maße wechselnde, die Zahl der Bestandestypen eine dermaßen große, daß es mir zweckmäßig erscheint, hier zwei Grundfarben zur Anwendung zu bringen, nämlich ein helles braunrosa für jene Typen, die man etwa als Kiefernheidewald zusammenfassen kann, und hellgelbbraun für die Kiefernbestände auf mehr humosem Boden mit oft reicherem Unterholz; an letztere würden sich die Fichten - Kiefern - Mischbestände anschließen. Kurz zu erwähnen wären dann noch die im Gebiet allerdings wenig bedeutungsvollen Auwälder (violette Grundfarbe mit grünen Signaturen) und Birkenhaine auf Sandboden, wie sie insbesondere auf der Kurischen Nehrung recht charakteristisch entgegentreten und für die ich eine helle blaugrüne Farbe (reines Hellgrün muß für die Wiesen reserviert bleiben) verwendet habe.

Für die Gruppen II bis IV soll hier nur kurz eine Übersicht der zur Verwendung gelangenden Hauptfarben gegeben werden, die sich folgendermaßen darstellen:

Heideflächen: zinnoberbraun (an den Kiefernheidewald sich anschließender Farbton).

Sandfluren, Dünen usw.: hellgelb bis ockergelb in drei Farbstufen, für die Dünensaliceten u. dergl. Benutzung grüner Signaturen.

Triftgrasfluren auf sonnigen Hügeln: hell gelbgrün.

Buschige sonnige Hügel: die gleiche Grundfarbe, mit Signaturen in karmin.

Geröllfluren (nur selten im Anschluß an Triftgrasfluren und Heideformationen auf grandigem, Geschiebe führendem Boden anzutreffende Formation): orange (nur in Signaturen, nicht als Flächenbedeckung).

Wiesen: kräftig hellgrün.

Kurz hingewiesen sei im Anschluß hieran auf einige Bestände, die sich nur mit einer gewissen Schwierigkeit in eine der Gruppen

einreihen lassen; zu ihnen gehören u. a. die mit *Hippophae rhamnoides* bestandenen Steilufer der Küste, welche mit PREUSS als der xerophilen Vereinsklasse zugehörig zu betrachten sind und eben nur dadurch abweichen, daß sie an die Küstennähe gebunden sind, ohne daß man sie der eigentlichen Dünenvegetation zurechnen könnte. Für sie, wie andererseits für die Grasmatten und mannigfaltigen Gesträuchbestände der Steilufer, welche zumeist mehr „mesophilen" Charakter tragen und eine Verbindung zwischen den Xerophytenvereinen der Dünen usw. und den Waldungen der Küstenlandschaft herstellen, wird man sich am zweckmäßigsten mit Kombinationen der bisherigen Farben behelfen, ähnlich wie auch z. B. bei den mit *Sarothamnus* bedeckten diluvialen Heidehügeln im nordwestlichen Westpreußen.

Was die halophytischen Strandformationen angeht, so begegnen sie sich mit der Gruppe II in den marinen Halophyten und marinen Psammophyten, mit IV in den keine bedeutende Rolle spielenden Salzwiesen und endlich mit VI in der Brackwasserflora[1]). Durch Benutzung eines anderen Farbtones für Eintragung von Farbsignaturen läßt sich hier die Einführung von neuen Grundfarben ohne Schwierigkeit umgehen.

Physiognomisch einigermaßen vielgestaltig, aber doch durch die Gemeinsamkeit des Standortes und manche anderen Züge miteinander in Zusammenhang stehend und im Hinblick darauf jedenfalls für die Kartographie gemeinsam zu behandeln sind die in Gruppe VI zusammengefaßten Vereine, von denen die wichtigsten Formationen sind: 1. die submersen und schwimmenden Wasserpflanzen; 2. die Röhricht- und Sumpfbinsenbestände, als Verlandungsbestände zugleich die Vorstufe zu den Sumpf-Flachmoorwiesen der Gruppe VII; 3. die Weidenkämpen mit Hochstauden, zwischen denen einerseits kleine Röhrichtbestände noch auftreten können, während sie anderseits auch Anklänge an die Auwälder zeigen und durch die „Kämpenfluren" (SCHOLZ) mit den Stromtalwiesen verbunden werden; 4. die Vegetation der sandigen und schlammigen Ufer (feuchte Sandfluren an freien Uferrändern, Cyperus-Formation u. dgl.); 5 die Flora der trockenen Flußufersande (wesentlich im Weichseltal, hier aber durch die Glieder der „Stromtalflora" recht charakteristisch). Diese kurze Übersicht zeigt, daß man für die Zwecke der kartographischen Darstellung abgesehen von einem nicht zu kräftigen blau für die das Wasser un-

1) Vergl. hierzu insbesondere die Arbeit von PREUSS über die westpreußische Ostseeküste, S. 12—19.

mittelbar besiedelnden Genossenschaften und einem dunkel-olivgrünen Farbton für Signaturen der Verlandungsbestände im übrigen durch Kombination der bisherigen Farben gut auskommt; in manchen Fällen ist auch die räumliche Ausdehnung der in Betracht kommenden Bestände eine zu geringe, um sie selbst beim Maßstab 1 : 25 000 *einzeln eintragen zu können.*

Es verbleiben nun noch die Moore zu betrachten, bei denen eine, soweit der Raum es gestattet, etwas eingehendere Darstellung angebracht erscheint, einmal, weil diese Formationen zu den ökologisch und pflanzengeographisch interessantesten des Untersuchungsgebietes gehören, dann aber auch im Hinblick auf den meines Erachtens wenig befriedigenden Standpunkt, welchen BROCKMANN-JEROSCH und RÜBEL der Moorfrage gegenüber einnehmen. Indem die genannten Autoren darauf hinweisen[1], daß die seitens der Geologen versuchte genaue Definition des Begriffes „Moor", welcher die Mächtigkeit der Humusschicht zugrunde liegt, sehr ungenau und für die Synökologie unbrauchbar sei, weil auch Pflanzengesellschaften Humus sammeln, die keinesfalls Moor genannt werden dürfen, lehnen sie die Einführung dieses Begriffes in die Einteilung der Pflanzengesellschaften überhaupt ab. Der Begriff Moor ist allerdings auch im Rahmen einer in erster Linie auf physiognomische Gesichtspunkte zugeschnittenen Formationseinteilung schwer verwertbar; andererseits stehen aber mindestens viele der hierher gehörigen Pflanzenvereine zu einander in wesentlich näheren Beziehungen als zu solchen der übrigen Gruppen, ein Verhältnis, das bei der physiognomischen Einteilung der genannten Autoren nicht genügend zur Geltung kommt. Es sei z. B. auf die Bruchwälder hingewiesen, zu denen neben den bei uns überwiegenden Erlenbrüchen auch solche mit ausschließlich bestandbildender oder vorherrschender Fichte gehören; diese beiden einander in vieler Beziehung recht nahe stehenden Formationen würden in dem System von B.-J. und R. wegen des Unterschiedes der bestandbildenden Baumart sogar in zwei verschiedenen Formationsklassen unterzubringen sein. Ebenso geht bei jener Einteilung die Tatsache verloren, daß die Erlensumpfmoorbestände den Magnocaricetum-Sumpfwiesen wesentlich näher stehen als allen in den Vegetationstypus „Wälder" eingehenden Pflanzengesellschaften. Ähnliche Schwierigkeiten ergeben sich z. B. im Hinblick auf die Kiefern-Ledum-Zone des Randgehänges der großen Hochmoore, die physio-

1) BROCKMANN-JEROSCH und RÜBEL, *Die Einteilung der Pflanzengesellschaften*, S. 49.

gnomisch als Reiserbestände dem Vegetationstypus „Lignosa“ zugerechnet werden müßten — wobei man noch zweifelhaft sein könnte, ob man bei der Unterbringung mehr dem Kiefernbestand oder dem Ledum-Vaccinium-Gesträuch Berücksichtigung schenken soll — die aber, schon im Hinblick auf die ganz oder doch nahezu geschlossene Sphagnum-Decke des Bodens wie die sonstige floristische Zusammensetzung, als Bestandestypus dem eigentlichen Hochmoor am nächsten stehen. Wenn sonach auch zugegeben werden muß, daß die rein geologische Definition der Moore als natürliche Lagerstätten von Torf vom biologischen Standpunkt aus nicht genügt, da es Torfansammlungen gibt, die biologisch nicht als Moore angesprochen werden können, und umgekehrt Pflanzenbestände, die zwar biologisch Moore sind, aber geologisch wegen der Dünne der Torfschicht kaum als solche angesehen werden dürfen[1]), so berechtigt doch diese Diskrepanz zwischen der geologischen und der biologischen Auffassung noch nicht dazu, in der Synökologie den Begriff Moor bei der Gruppierung der Pflanzenvereine vollständig auszuschalten; besteht das Bedürfnis nach einer strikten Definition, so wird es wenigstens für die überwiegende Mehrzahl der Fälle zutreffen, wenn man die Moore als torfbildende Pflanzengesellschaften von hochwertiger Wasserbilanz bezeichnet. Die Erwägungen, welche C. A. WEBER[2]) dazu veranlaßt haben, das Moor als einen ausschließlich geologischen Begriff festzusetzen und auch sprachlich einen Unterschied zwischen der lebendigen Vegetation und der von ihr erzeugten Bodenform zu machen, können für die hier behandelte Aufgabe der Gliederung und kartographischen Darstellung der lebenden Pflanzenformationen nicht ins Gewicht fallen.

Ebenso wie die Definition, muß auch die Einteilung der Moore je nach dem Gesichtspunkt, von welchem aus man sie betrachtet, verschieden ausfallen. Die insbesondere in POTONIÉs[3]) klassischem

1) Vgl. hierüber auch die Seite 179, Anmerkung 2 zitierte Abhandlung von CAJANDER, S. 7—8, wo der genannte Autor völlig zutreffend ausführt, daß es mehrere Meter dicke Torfschichten gibt, deren Vegetation mit der der Moore nichts Gemeinsames hat, sondern vollständig (infolge der Entwässerung auf natürlichem oder künstlichem Wege) den Charakter derjenigen des normalen Waldbodens zeigt, während umgekehrt in manchen versumpften Wäldern die ökologischen Verhältnisse ganz die der echten Moore sind, die Torfschicht aber noch so dünn ist, daß von Moor in geologischer Bedeutung schwerlich die Rede sein kann.

2) C. A. WEBER, Aufbau und Vegetation der Moore Norddeutschlands, in Engl. bot. Jahrb. XL, Beibl. Nr. 90 (1907), S. 19—34.

3) H. POTONIÉ, Die rezenten Kaustobiolithe und ihre Lagerstätten, 3 Bde. Abhandlungen d. kgl. Preuß. geolog. Landesanstalt, Heft 55, I—III, Berlin 1908—1912.

Verk durchgeführte Dreiteilung in Flach-, Zwischen- und Hochnoore entspringt zunächst, besonders wenn man sich an die strikten)efinitionen hält, der geologischen Betrachtungsweise, ebenso wie ie Unterscheidung von Sumpf-, Schwing- und Standmoor an sich ediglich die geomorphologische Ausgestaltung des Geländes zum Lusdruck bringt; beides hat mit dem Vegetationsbestande der Moore nmittelbar nichts zu tun. Um die Gliederung des letzteren richtig u erfassen, muß man, wie auch sonst, den induktiven Weg einchlagen und durch Aufnahme und Vergleichung der Einzelbestände, nter besonderer Berücksichtigung der extremen Ausbildungsformen ie „Moortypen" zu gewinnen suchen; nur insoweit die hierbei ich ergebende Gliederung in Formationen, Bestandestypen usw. nit jener geologischen Einteilung im Einklang steht — und das st allerdings und naturgemäß in recht weitem Umfange der Fall, la die Verschiedenartigkeit des Vegetationsbestandes ja in starkem Maße bedingt ist durch die von der Torfanhäufung abhängige, im Boden vorhandene, für die Pflanzen ausnutzbare Nahrung — wird nan von derselben und von der aus ihr sich ergebenden, in vielacher Hinsicht recht zweckmäßigen Terminologie auch bei der Einteilung der Pflanzenvereine der Moore Gebrauch zu machen erechtigt sein[1]). Es sei gleich bemerkt, daß hinsichtlich der Terminoogie der Ausdruck „Hochmoor" am meisten zu Bedenken Anlaß ibt, denn er bezeichnet: 1. eine bestimmte Stufe des Vertorfungsrozesses, 2. *die dieser Stufe entsprechenden Pflanzenvereine*, . morphologisch die vorzugsweise von diesen Pflanzenvereinen einenommene „Hochfläche" der größeren Moore, zu der aber neben ast reinen Sphagneten, sowie den Heid- und Moosbulten und den wischen letzteren gelegenen Schlenken und den Hochmoorteichen uch noch das Randgehänge und die Rüllen gehören, welche ihrem Vegetationsbestande nach überwiegend zwischenmoorartigen Cha-

1) Einen dem Prinzip nach gleichen Weg schlägt auch CAJANDER bei er Bestimmung der finnländischen Moortypen, die wohl teils Bestandestypen, eils auch nur Nebentypen darstellen, ein, gelangt dann aber zu einer wesentch anderen Gesamtgruppierung. Seine Schilderungen machen allerdings den Eindruck, als ob die Gliederung in Flach-, Zwischen- und Hochmoore für die *nnländischen Verhältnisse nicht ausnahmslos anwendbar ist; gegen* die von ihm ewählte Einteilung in Weißmoore, Braunmoore, Reisermoore und Bruchmoore it aber, abgesehen von Bedenken im Einzelnen, geltend zu machen, daß sie er Forderung der ökologischen Gleichwertigkeit nicht genügt und auch wohl en genetischen Beziehungen zu wenig Rechnung trägt. Es ist auch bedauerch, daß CAJANDER die deutsche Literatur nur in geringem Umfange zum Vergleich heranzieht und insbesondere von dem POTONIÉschen Werk überhaupt icht Notiz nimmt.

rakter tragen, insgesamt also eine Einheit höherer Stufe, die aber auch dem Formationsbegriff nicht gleichwertig ist, sondern mit Cajander am besten als gut charakterisierter „Moorkomplex" bezeichnet wird. Übrigens stellen die großen Hochmoore des Ostbalticums (in Westpreußen fehlt es an Bildungen, die jenen als analog an die Seite gestellt werden könnten) nicht den einzigen Typus von Moorkomplexen dar, der im Gebiet anzutreffen ist; auch die westbaltischen „Heidemoore"[1]) (nur in Westpreußen vertreten, insbesondere das Bielawamoor im Kreise Putzig und das Wierschutziner Moor an der westpreußisch-pommerschen Grenze, beide von H. Preuss geschildert[2]), stellen einen solchen Komplex dar, der in diesem Fall zwischenmoorartigen Gesamtcharakter trägt und außerdem zu den eigentlichen Heideformationen nähere Beziehungen zeigt als irgend ein anderer Moortypus (abgesehen von den toten Hochmooren), und besitzen nicht einheitlichen Formationscharakter. Ferner können im Rahmen der großen Hochmoore die „Vernässungsflächen", welche auf dem Großen Moosbruch bei Labiau an mehreren Stellen in recht beträchtlicher Ausdehnung sich finden und über deren Vegetation ich bei anderer Gelegenheit Ausführlicheres mitteilen werde, als wenn auch den vorigen nicht völlig gleichwertige Komplexe bezeichnet werden; es handelt sich hierbei um überaus nasse und mehr oder weniger schwappende Bildungen, die zum Teil von den Rüllenwiesen ähnlichen offenen Cariceto-Hypneto-Sphagneten oder auch fast reinen Sphagneten, zum Teil von Röhricht- und niedrigen Birkenbeständen (in einem Fall auch ein Betuletum humile bedeckt werden, die aber insgesamt einen auch in der floristischen Zusammensetzung sich deutlich ausprägenden einheitlichen Gesamtcharakter besitzen, ohne doch dem Formationsbegriff sich zwanglos unterordnen zu lassen. Im Hinblick

1) Über diesen von Graebner eingeführten Terminus vgl. man insbesondere die Ausführungen von Potonié l. c. III, S. 10—13 und S. 96, wo recht treffend ausgeführt wird, wie mißlich der Gebrauch desselben als synonym mit Hochmoor ist. P. selbst beschränkt ihn auf die toten Hochmoore, die überwiegend mit Ericaceen, besonders *Calluna vulgaris* bestanden sind, während Cajander ihn in wieder anderem Sinne für gewisse Sphagnetum-Reisermoore gebraucht, in denen neben Krüppelkiefern *Calluna* besonders reichlich auftritt, also für einen Pflanzenverein, wie er besonders auf Heidbulten der großen Hochmoore zu treffen ist. Für die hier im Anschluß an Graebner (im engeren Sinne) und Preuss als Heidemoore bezeichneten Moorkomplexe dürfte es aber kaum einen treffenderen Namen geben, während in allen übrigen Fällen sich auch andere gut passende Termini unschwer bilden lassen.

2) Vgl. hierzu außerdem auch Graebner, Die Heide Norddeutschlands (in Engler-Drude, Die Vegetation der Erde, Bd. V, Leipzig 1901), S. 187—190.

auf die oben bezüglich der Hochmoore gemachte Bemerkung dürfte es zweckmäßig sein, den fraglichen Terminus botanisch nur in dem zuletzt genannten, wohl auch der ursprünglichen Bedeutung am nächsten kommenden Sinne zu gebrauchen, nicht aber zur Bezeichnung bestimmter Pflanzenvereine[1]); so weit es sich bei letzteren um reine Sphagneten handelt, neben denen die übrigen Vegetationsbestandteile stark zurücktreten, kann man etwa im Anschluß an CAJANDER von Weißmooren[2]) sprechen. Es würde also, um auf die Ausgangsfrage zurückzukommen, in erster Linie darauf ankommen, aus den bisher genauer bekannten Pflanzenvereinen der ost- und westpreußischen Moore[3]) die Gliederung in Bestandestypen und Formationen herauszuarbeiten, eine Aufgabe, die allerdings eine endgültige Lösung erst finden kann, wenn die Mooruntersuchungen einigermaßen zu einem Abschluß gelangt sein werden. Die besonderen Schwierigkeiten, welche diese Aufgabe trotz der verhältnismäßig geringen Anzahl der in Betracht kommenden Pflanzenarten bietet, liegen einmal in den außerordentlich mannigfaltigen Variationen in der floristischen Zusammensetzung der Einzelbestände begründet, wodurch es bedingt wird, daß die Erfassung der Bestandestypen oft schwieriger gelingt als die der Formationen[4]),

---

1) Es würden dadurch sehr viele irreführende Bezeichnungen vermieden werden; besonders reich an solchen ist die weiter unten zitierte Arbeit von AHLFVENGREN, die überhaupt inbezug auf Terminologie und Klassifikation der Moor-Pflanzenvereine zu erheblichen Ausstellungen Anlaß gibt; unter den daselbst als „Hochmoore" bezeichneten Pflanzengesellschaften befindet sich auch nicht eine, die diesen Namen wirklich zu Recht führte.

2) Hierzu ist allerdings die Bemerkung nicht unwichtig, daß die Sphagnen keineswegs auf die Hochmoor- und weit vorgeschrittenen Zwischenmoorbildungen beschränkt, sondern selbst dem Flachmoor nicht ganz fremd sind; eigentliche Sphagneten dürften allerdings niemals Flachmoorcharakter besitzen.

3) Außer der in Anmerkung 2, S. 185 verzeichneten Literatur vgl. man noch C. A. WEBER, Über die Vegetation und Entstehung des Hochmoors von Augstumal im Memeldelta, Berlin 1902; F. E. AHLFVENGREN, Die Vegetationsverhältnisse der westpreußischen Moore östlich der Weichsel, in Schrift. d. Naturf. Gesellsch. Danzig, N. F. XI (1904), S. 241—318; H. GROSS, Ostpreußens Moore mit besonderer Berücksichtigung ihrer Vegetation, in Jahresber. d. Preuß. bot. Ver. 1911 (ersch. Königsberg 1912). S. 61—142; Derselbe, Zwei bemerkenswerte Moore in Königsbergs Umgebung, ebenda S. 152—203.

4) Die Bewertung mancher Bestände wird naturgemäß bei der Bearbeitung eines Gesamtgebietes von immerhin beträchtlicher Größe, wie es Ost- und Westpreußen darstellen, in manchen Fällen anders ausfallen als wenn man es nur mit einem kleineren Teilgebiet zu tun hat. Z. B. sei auf *Carex heleonastes* verwiesen, die von STEFFEN (Jahresber. d. Preuß. bot. Ver. 1912, S. 54—55) auf 7 von 13 untersuchten Schwingmooren im Kreise Lyck gefunden wurde, hiernach also den konstanten Arten zugezählt werden müßte, wozu die For-

ferner in dem so überaus häufigen Vorkommen von Mischtypen bezw. der Vereinigung an sich verschiedenartiger Einzelbestände zu Komplexen, in welchen die Einzelmoorpartien doch in engem gegenseitigen Abhängigkeitsverhältnis stehen, und endlich in der oft schwer zu beurteilenden Einwirkung kultureller Einflüsse. Die hieraus sich ergebenden Fragen im einzelnen zu diskutieren, ist hier schon wegen der Unmöglichkeit einer vergleichenden Mitteilung ausführlicher Bestandeslisten nicht angängig; es muß daher genügen, eine kurze vorläufige, zugleich auch den Zwecken der Formationskartierung gerecht werdende Übersicht zu geben.

I. Flachmoorwälder.

1. Erlensumpfmoorwald. Hierher als Nebentypen Weidensumpfmoore sowie Erlenschwingmoore, welch letztere einen gewissen Übergang zur Hypnetum-Schwingmoorwiese darstellen.
2. Erlenstandmoorwald, durch Übergänge mit der vorigen Formation verbunden. Nebentypen: Birkenstandmoorwald (oft als Birken-Laubmoore beschrieben) und Alneto-Betuleta.
3. Fichtenbruchwälder. Mit Fichten stärker durchsetzte Alneta geben einen gewissen Übergang zwischen 2 und 3.

II. Flachmoorwiesen.

1. Flachmoor-Sumpfwiesen. Bestandestypen: Magnocaricetum-Sumpfwiesen (Nebentypen je nach der vorzugsweise bestandbildenden *Carex*-Art, z. B. *C. paniculata, C. rostrata* u. s. w.), Rohrmoore (von Magnocariceten durchsetzte Phragmiteta), durch Übergänge mit den den Verlandungsbeständen zuzurechnenden Rohrsümpfen verbunden.
2. Schwingflachmoorwiesen. Wichtigste Bestandestypen: Hypneten, Seggenschwingmoore.
3. Torfwiesen (Standflachmoorwiesen). Als Subformationen die Parvocariceten und die Flachmoorsüßgraswiesen (ausgeprägtester Bestandestypus das Molinietum), oft von den echten Wiesen dem Vegetationsbestande nach kaum zu trennen.

---

mationsstetigkeit noch als besonderes Charakteristikum hinzukommt; bei der Betrachtung der Schwingmoore des ganzen Gebietes aber ändert sich dies Verhältnis vollständig. Auch an *Rubus Chamaemorus* sei noch erinnert, der im nördlichen Ostpreußen zu den charakteristischen Gliedern des Kiefernzwischenmoores und des Randgehänges der Hochmoore gehört, dagegen z. B. den masurischen Mooren und ebenso bis auf wenige seltene Standorte den westpreußischen abgeht; auch hier wird man bei der Gesamtbetrachtung der Kiefernzwischenmoore des Gebietes, deren Leitpflanzen sonst sich wesentlich gleich bleiben, dem Auftreten der fraglichen Pflanze nur den Wert einer Faciesbildung und nicht den eines besonderen Nebentypus beilegen dürfen.

III. Reiserflachmoore (vielfach als Gesträuchgrünmoore beschrieben). Hauptsächlich als Betuleta und Saliceta ausgebildet, die aber wohl nur als Bestandestypen, nicht als selbständige Formationen zu betrachten sind; besonders charakteristisch das Betuletum humilis. Hier sind auch zu erwähnen die besonders infolge menschlicher Eingriffe sich ausbildenden Wechselmoore, z. B. in alten Torfstichen, meist Flachmoore mit Hochmooranflug.[1])

IV. Zwischenmoorwälder.

1. Birken-Zwischenmoorwald, der dem Flachmoorwald am nächsten kommende Typus, besonders schön z. B. am Nordrande des Großen Moosbruches bei Nemonien entwickelt.
2. Zwischenmoor-Mischwald. Kiefer und Moorbirke stets, in Ostpreußen meist auch die Fichte vorhanden; Sphagnum-Bulte wie in 1 nur verstreut bis spärlich. Waldpflanzenkontingent ziemlich reichlich vertreten.
3. Fichten-Zwischenmoorwald.
4. Kiefern-Zwischenmoorwald. Dieser repräsentiert trotz der gegenüber 2 geringeren Artenzahl die in ihrer äußeren Erscheinung vielseitigste (übrigens auch die am meisten verbreitete) Formation, was teils durch das mehr oder weniger reichliche Auftreten von Sphagnum-Bulten, teils durch Wechsel der im Unterwuchs tonangebenden Art bedingt wird. So ergibt sich die Unterscheidung folgender Bestandestypen: a) mit reichlichem Unterholz (von *Rhamnus Frangula, Betula pubescens, Alnus glutinosa* u. a.[2]); b) mit Vorherrschen von *Molinia*; c) desgleichen von *Ledum palustre* und *Vaccinium uliginosum* (der häufigste, sozusagen normale Bestandestypus, von dem das Vorherrschen von *Empetrum nigrum* einen Nebentypus bildet); d) offener Bestand mit wenig Strauchwerk, reichlicher von Sphagnum durchsetzt, mit *Carex filiformis, Eriophorum vaginatum* im Unterwuchs. Am Rande der großen Hochmoore geht der Bestandestypus c meist ganz allmählich nach der einen Seite in Zwischenmoormischwald, nach der anderen in den Bestand des Randgehänges über.

---

1) Als ein solches Wechselmoor dürfte z. B. das von H. GROSS beschriebene, durch zahlreiches Auftreten von *Salix Lapponum* und mehrerer Bastarde derselben ausgezeichnete Kesselmoor von Upalten (Kreis Lötzen) anzusehen sein.

2) Als Übergangsglied zwischen diesem Bestandestypus und Flachmoorbeständen dürfte das „Erlenhochmoor" anzusehen sein, das PREUSS aus der Tucheler Heide beschreibt.

V. Reiserzwischenmoore. Hierunter zusammengefaßt Bestände meist von Zwischenmoorcharakter, deren Boden eine mehr oder weniger geschlossene Sphagnum-Decke zeigt, in denen aber Reiser die Physiognomie in starkem Maße bestimmen.

1. Moosarme Ericaleto-Calluneta der westbaltischen (subatlantischen) Heidemoore.
2. Zwischenmoor-Saliceta, besonders charakteristisch solche mit *Salix myrtilloides*.
3. Zwischenmoor-Betuleta.
4. Föhrenreisermoore (selten die Kiefer durch die Moorbirke vertreten) mit *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum*, *Empetrum nigrum* usw.; hierher als Nebentypus solche Bestände, in denen die genannten Sträucher ohne starke Kiefernbeimischung als Leitpflanzen auftreten.
5. Kiefern-Ledum-Bestand des Randgehänges der großen Hochmoore (Ericaleto-Pineto-Sphagnetum bei WEBER, Pinus-Ledum-Hochmoor-Vorzone bei POTONIÉ). Die Formationen 4 und 5 stehen einander recht nahe, so daß sie wohl auch vereinigt werden könnten.
6. „Landklima-Hochmoore" (POTONIÉ) mit Krüppelkiefern und dichter Sphagnum-Decke, dazwischen besonders *Polytrichum strictum* u. a., Phanerogamenflora der der Hochmoore sich stark nähernd. Hierher gehören die von PREUSS aus der Tucheler Heide beschriebenen „Kiefernbestände auf Hochmooren", vielleicht ähnliches auch sonst im Innern Westpreußens noch zu finden.

VI. Weißmoore.

1. Reine „Sphagnioprata" (BROCKMANN-JEROSCH und RÜBEL), von *Sphagnum fuscum*, *recurvum*, *rubellum etc.* gebildet, mit nur spärlich durchstechender Phanerogamenvegetation, besonders charakteristisch in den Sphagneten der großen Hochmoore.
2. Eriophoretum vaginati-Sphagnetum, bisweilen die Hochmoore umsäumend, aber auch sonst, wohl nach dem Grad der Nässe und den Sphagnum-Arten weiter zu gliedern.
3. Kolkmoore (CAJANDER): nasse Schlenken der Hochfläche, Verlandungsbestände der Hochmoorteiche usw., besonders *Sphagnum recurvum*, *cuspidatum*, *molluscum*, von Phanerogamenbegleitern vor allem *Scheuchzeria palustris*, *Carex limosa*, *Drosera anglica*, *D. intermedia* (selten), *Rhynchospora alba*, *Andromeda polifolia* zu nennen. Auch die Torfschlamm-Bestände dürften hier anzuschließen sein.

4. Heidbult-Sphagneten auf der Hochfläche der größeren Hochmoore, mit Krüppelkiefern und einem stärkeren Kontingent von Heidepflanzen.
5. Sphagneto-Cariceta. Eine recht vielgestaltige Formation, meist von Zwischenmoorcharakter; hierher gehören z. B. die schwingmoorartigen Zwischenmoorwiesen vom *Carex lasiocarpa*-Typus und solche mit *Carex rostrata*; andere Arten derselben Gattung, die bisweilen auch stärker dominierend hervortreten können, sind besonders noch *C. limosa, C. chordorrhiza* und (selten) *C. pauciflora*, in Masuren *C. heleonastes* und *Eriophorum alpinum*. Auch die Rüllenwiesen, die als Cariceto-Scheuchzerieto-Sphagnetum und Hypneto-Caricetum (WEBER) ausgebildet sind, finden hier ihren Anschluß, desgl. die schon erwähnten Vernässungsflächen. Vielleicht würde eine Gliederung in Großseggen-Weißmoore und kurzhalmige Weissmoore als Hauptabteilungen (ähnlich auch bei CAJANDER) durchführbar sein.

Für die kartographische Darstellung der im Vorstehenden aufgeführten Formationen bediene ich mich folgender Hauptfarben:

dunkelgrün: Erlenbestände;
moosgrün: Birkenbestände;
dunkelbraun: Fichtenbestände auf Moorboden;
rotbraun: Kiefern-Zwischenmoorwald;
sepiabraun: Föhrenreisermoore;
hell olivgrün: Flachmoorwiesen;
hellgrau: Sphagnioprata;
graugrün: Sphagneto-Cariceta;

Unter Zuhilfenahme von etwa noch ein oder zwei Farbtönen für farbige Signaturen lassen sich hiermit die meisten der in Betracht kommenden Formationen und Bestandestypen zur Darstellung bringen, doch hat es keinen Zweck, ohne Einsichtnahme in die Kartenblätter die Einzelheiten zu erläutern. Hinzugefügt seien noch einige kurze Hinweise auf solche Arten, die als faciesbildend besonders in Betracht kommen; es sind dies neben dem für Kiefern-Zwischenmoorbestände im ganzen nordöstlichen Deutschland charakteristischen, dagegen den nordwestdeutschen wie den bayerischen Hochmooren fehlenden *Ledum palustre*, z. B. *Salix Lapponum, Myrica Gale, Chamaedaphne calyculata, Rubus chamaemorus, Carex globularis, C. loliacea, C. tenella, C. heleonastes, Betula nana, Sphagnum balticum, Erica tetralix, Rhynchospora fusca, Hydrocotyle vulgaris*, die obwohl z. Teil recht selten, doch dort, wo sie einmal vorhanden sind, auch gesellig aufzutreten pflegen und dadurch in der Zu-

sammensetzung der Bestände stärker hervortreten, so daß man in den einzelnen Fällen (man vergl. z. B. das von H. GROSS vom Tyrus-Moor beschriebene Reiserzwischenmoor mit reichlicher *Myrica Gale*) wohl Nebentypen auf ihr Auftreten begründen könnte.

---

20. August Rippel: Über die Ausbildung der Endodermis in oberirdischen Organen, besonders im Laubblatt.

(Mit zwei Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 15. April 1915.)

Blatt, Achse und Wurzel werden morphologisch als wohl charakterisierte Organe einander gegenübergestellt, insbesondere auch sind es gewisse sekundäre Veränderungen, die in dieser Hinsicht maßgebend sind und die als sekundäres Dickenwachstum bezeichnet werden. Es besteht nicht die Absicht, an dieser Stelle die Berechtigung oder Nicht-Berechtigung dieser Annahme zu prüfen; nur auf einen Umstand, die Ausbildung der Endodermis betreffend, sei hier mit einigen Worten eingegangen, da dem Verf. einige Beobachtungen vorliegen, die andere Anschauungen als nicht zutreffend erscheinen lassen und die in diesem Zusammenhang immerhin von einigem Interesse sind.

MYLIUS sagt[1]) in dem Abschnitt, der die Endodermis behandelt, über die Ausbildung derselben bis zum Tertiärzustand S. 38: „Tertiäre Stützwände treten in der Wurzel häufiger auf als in der unterirdischen Achse, während sie in der Zylinderendodermis, der oberirdischen Achse und in den Leitbündelendodermen der Blätter nie anzutreffen sind" und wieder S. 42: „Die Leitbündelendodermen des Blattstiels und der Spreite werden stets nur bis zum Sekundärstadium entwickelt, so daß also Teritärauflagerungen und tertiäre Stützwände in den Zellen nie vorkommen."

Diese Angaben sind nicht zutreffend, sondern können, wie später noch näher zu erläutern sein wird, höchstens für jüngere Organe Gültigkeit haben. PERROT[2]) erwähnt bereits das Vor-

1) MYLIUS, G., Das Polyderm. Eine vergleichende Untersuchung über die physiologischen Scheiden Polyderm, Periderm und Endodermis. (Bibliotheca Botanica, Heft 79, Stuttgart 1913.)

2) PERROT, E., Anatomie comparée des Gentianacées. (Ann. d. Sciences nat. bot. 8. série, tome 7. Paris 1898. Auch Thèse, Paris).

kommen tertiärer Scheidewände in der Endodermis der Achse (S. 141: „L'endoderme de la tige ne présente que par exception des cellules avec quelques divisions secondaires radiales") und bildet (Tafel 1, Abb. 1) solche Tertiärwände für die Endodermis der oberirdischen Achse von *Chironia peduncularis* Lindl. ab. (Siehe auch SOLEREDER[1]) S. 394 u. 221).

Es mögen nun einige Angaben über das Vorkommen einer typischen Tertiär-Endodermis in oberirdischen Organen folgen, wie ich sie gelegentlich feststellen konnte, wobei in Hinsicht auf die späteren Ausführungen ausdrücklich hervorgehoben sei, daß alle für Blätter gemachten Angaben sich auf grundständige Blätter beziehen. Es genügt das für die prinzipielle Entscheidung; alle Einzelheiten zu untersuchen lag nicht in meiner Absicht. Von oberirdischen Achsen findet sich eine Tertiär-Endodermis in den Ausläufern von

Glechoma hederacea L.
Potentilla reptans L.

Die tertiäre Kohlehydratlamelle ist sehr deutlich ausgeprägt, tertiäre Radialwände und Durchlaßzellen waren hier allerdings nur wenig vorhanden: bei *Potentilla* z. B. kamen auf 115 Zellen der Leitbündelscheide 1 Durchlaßzelle, 112 Endodermiszellen mit Tertiärlamelle und 2 solcher Endodermiszellen mit radialen Tertiärwänden.

Für den Blattstiel seien folgende Fälle angeführt: Eine Tertiärendodermis ohne Radialwände fand ich bei

Potentilla reptans L.
Sanguisorba minor Scop.
Sanguisorba officinalis L.
Valeriana officinalis L.

Eine Tertiärendodermis mit wenigen tertiären Radialwänden fand ich bei

Alchemilla vulgaris L.
Fragaria vesca L.
Potentilla anserina L.
Saxifraga rotundifolia L.
Ulmaria pentapetala Gilib. (= *Filipendula Ulmaria* Maxim.)

Viele tertiäre Radialwände waren vorhanden bei

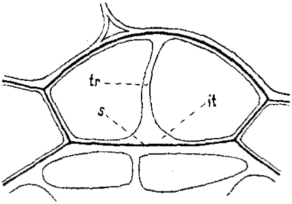
Agrimonia Eupatoria L.

---

1) SOLEREDER, H., Systematische Anatomie der Dicotyledonen. Ergänzungsband. (Stuttgart 1908.)

Bei dieser letzten Pflanze fanden sich unter den 89 die Scheide eines Blattstielleitbündels bildenden Zellen 12 Durchlaßzellen, 42 gewöhnliche Endodermiszellen im Tertiärzustand, 35 solche mit tertiären radialen Teilungswänden.

Von einigen Einzelheiten sei folgendes erwähnt: Bei *Saxifraga* finden sich in der inneren und äußeren Tangentialwand der Tertiärlamelle deutliche Tüpfel; ein Tüpfel in der inneren Tangentialwand korrespondierte mit einem Tüpfel der innen angrenzenden Parenchymzelle; die Suberinlamelle schien aber nicht durchbrochen zu sein. Bei *Agrimonia* ist die Tertiärlamelle ziemlich dünn (1,5 μ), die radiale Teilungswand etwas dicker (3 μ); sie sitzt der inneren Tangentialwand mit stark verbreiterter Basis auf (siehe Abb. 1).



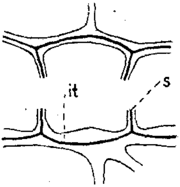


Abb. 1. *Agrimonia Eupatoria* L. Abb. 2. *Sanguisorba minor* Scop.
Endodermiszellen aus dem unteren Teil des Blattstiels.
s Suberinlamelle; *it* innere Tangentialwand; *tr* tertiäre Radialwand
vergr. etwa 600.

Bei *Sanguisorba* ist die innere Tangentialwand merkbar verdickt und zeigt in der Mitte eine charakteristische Anschwellung (siehe Abb. 2). Durchlaßzellen fehlten. Beim Schneiden reißen hier sämtliche Radialwände der Endodermiszellen etwa an der Stelle des kasparischen Streifens durch, sodaß das Leitbündel aus dem umgebenden Gewebe herausfällt.[1] Gleichzeitig zeigen die beiden

[1] Es ist überhaupt eine allgemein verbreitete Erscheinung, daß sich die von einer Endodermis umschlossenen Leitbündel aus dem umgebenden Gewebe leicht herausziehen lassen, wie z. B. bei den mit Primär- oder Sekundär-Endodermis versehenen *Plantago*-Arten, beim Auseinanderreißen des Blattstiels in der Querrichtung. Auch bei nicht von einer Endodermis umgebenen Leitbündeln ist dies, wenn auch in geringerem Maße der Fall (*Alliaria officinalis* Andrzj.).

Abbildungen, daß bei nahen Verwandten, wie *Agrimonia* und *Sanguisorba*, der morphologische Typus der Tertiär-Auflagerung sehr verschiedenartig sein kann.

Der Tertiärzustand der Endodermis im Blattstiel findet sich, wenn die Ausbildung derselben überhaupt so weit vorgeschritten ist, nur etwa bis in das unterste Drittel desselben; von da an beginnt bereits die Reduktion (siehe MYLIUS[1]) in Secundär- und weiter Primär-Zustand bis zur Parenchymscheide, womit sie sich der allgemeinen Reduktion, die das Leitbündel im weiteren Verlauf innerhalb des Blattes nach oben hin erleidet, (siehe MEYER[2]), S. 123/124), anschließt.

Wir finden nun, wie schon oben angedeutet wurde, die Ausbildung der Endodermis im Laubblatt, ebenso wie die von verholzten Elementen, was hier angedeutet werden mag, von dem morphologischen Reifezustand des betreffenden Blattes abhängig, als welcher der Zustand zu definieren wäre, den dieses Blatt nach dem Plane ererbter Organisationen überhaupt erreichen kann. Die Veränderungen, die dabei eintreten, können wir als dem secundären Dickenwachstum von Achse und Wurzel homolog betrachten[3]).

In diesem Falle tritt dann die Endodermis in den Tertiärzustand, falls natürlich eine solche überhaupt angelegt ist. Es gibt wohl auch Fälle, in denen sie nur bis zum Secundär- oder gar nur Primär-Zustand ausgebildet wird. Doch wäre hier zu unterscheiden zwischen dem absoluten Verharren im Primär- bezw. Secundär-Zustand und der Möglichkeit des Überganges in den Tertiär-Zustand. Beispielsweise fand ich im Blattstiel von *Glechoma hederacea* fast nur den CASPARI'schen Streifen; doch fand ich in einem einzigen Falle auch eine schwache Tertiärlamelle ausgebildet. Gleiches gilt von der Ausbildung oder Nicht-Ausbildung tertiärer Radialwände und von einem ev. stattfindenden Schluß der Endodermis (Verschwinden der Durchlaßzellen), wie er z. B. bei *Sanguisorba* vorzukommen scheint.

---

1) MYLIUS, l. c. S. 41/42.

2) MEYER, ARTHUR, Erstes mikroskopisches Praktikum. 3. Aufl. Jena. GUSTAV FISCHER. 1915.

3) Siehe auch RIPPEL, A. Anatomische und physiologische Untersuchungen über die Wasserbahnen der Dicotylenlaubblätter mit besonderer Berücksichtigung der handnervigen Blätter. (Bibliotheca Botanica. Heft 82. Stuttgart 1913). S. 58 ist die endgültige Ausbildung der Endodermis zum Tertiär-Zustand fälschlich als Schluß der Endodermis bezeichnet.

Mit anderen Worten: Es werden sich für systematische Zwecke in dieser Hinsicht bestimmte Familien-, Gattungs- oder Artmerkmale feststellen lassen, wobei die Grenze der Ausbildungsmöglichkeit festzustellen wäre. Es liegt nicht in der Absicht des Verfassers dies zu tun.

Nur auf die physiologische Seite der Frage sei noch mit einigen Worten eingegangen: Es handelt sich darum, ob der oben definierte Reifezustand des Blattes unter allen und jeden Umständen im normalen Lebensverlauf der Pflanze eintritt. Es scheint das nicht immer der Fall zu sein, was aber hier nur angedeutet sei. Wie weit die secundären Veränderungen im Blattstiel gehen, das hängt vielleicht von zwei Umständen ab. Einmal spielt jedenfalls das absolute Alter des Blattes eine wesentliche Rolle dabei: So ist es sicher kein Zufall, daß dieser Reifezustand sich besonders ausgeprägt bei langlebigen, den Winter überdauernden Blättern findet; *Sanguisorba, Agrimonia* z. B. wurden in diesem Zustande untersucht.

Auch bei schon völlig abgestorbenen und vertrockneten Blättern findet sich während der Vegetationszeit dieser Reifezustand gut ausgeprägt, falls dieses Absterben auf die normale Weise des Alterns vor sich gegangen ist. In mancher Beziehung mögen hierbei äußere Verhältnisse wie ungünstige Standortsverhältnisse mitspielen, derart, daß unter solchen Bedingungen gewachsene Pflanzen früher und intensiver diese Alterserscheinungen zeigen. Z. B. zeigten auf reinem Kiesboden gewachsene *Potentilla anserina, reptans* die Endodermis sehr schön im Tertiär-Zustand, ebenso weit vorgeschrittene Entwicklung verholzter Elemente, trotz relativer Kleinheit der Blätter. Auch bei Blättern von *Hedera helix L.* konnte ich beobachten, daß bei solchen vom Typ eines Schattenblattes also reichlicher Wasserversorgung, bezw. geringerer Transpiration, verholzte wasserleitende und mechanische Elemente sehr zurücktraten gegenüber Blättern vom Typ eines Sonnenblattes (ungünstige Wasserversorgung bzw. gesteigerte Transpiration). Jedenfalls sei auf die Möglichkeit hingewiesen, daß durch bestimmte äußere Verhältnisse secundäre Veränderungen im Blattstiel, soweit solche eintreten können, früher und intensiver hervorgerufen werden könnten als es in jedem Blatt mit zunehmendem Alter normalerweise der Fall ist, aber mit Notwendigkeit, je nach den äußeren Verhältnissen, nicht immer der Fall zu sein braucht.

Gleichzeitig zeigen die geschilderten Beobachtungen, daß sich das Blatt, wenigstens was die Endodermis betrifft, durchaus nicht

von dem Organ unterscheidet, dem es entspringt, was für die morphologische Bewertung und Gegenüberstellung dieser Organe wichtig ist.

Großh. Badische Landw. Versuchsanstalt Augustenberg.
April 1915.

---

21. Gustav Gassner: Altes und Neues zur Frage des Zusammenwirkens von Licht und Temperatur bei der Keimung lichtempfindlicher Samen.

(Eingegangen am 19. April 1915).

Im Novemberheft des Jahrganges 1911 dieser Berichte hat LEHMANN[1]) in Form einer vorläufigen Mitteilung eine Anzahl von Versuchen über die Beziehungen zwischen Lichtwirkung und Temperatur auf die Keimung lichtempfindlicher Samen wiedergegeben. Die Samen wurden teils bei niedriger Temperatur im „Laboratorium", teils bei höherer Temperatur in der „Vermehrung" sowohl im Hellen wie in Dunkelheit gehalten, und für verschiedene Samenarten festgestellt, daß das Verhältnis zwischen Licht- und Dunkelkeimungen, also die Lichtwirkung je nach den Temperaturverhältnissen verschieden ist; weitere Versuche, in denen Temperaturwechsel zwischen „Laboratorium" und „Vermehrungs"-temperatur zur Anwendung kam, ergaben, daß auch Temperaturwechsel die Keimungsergebnisse günstig zu beeinflussen vermag. Da mir ähnliche Gesetzmäßigkeiten in Versuchen der Jahre 1910 und 1911 für die von mir näher untersuchte südamerikanische Graminee *Chloris ciliata* entgegengetreten waren,[2]) brachte ich der LEHMANNschen Mitteilung besonderes Interesse entgegen.

Zur Beurteilung der von LEHMANN erhaltenen Ergebnisse schien mir nun die Beantwortung der Frage notwendig, ob der von

---

1) E. LEHMANN, Temperatur und Temperaturwechsel in ihrer Wirkung auf die Keimung lichtempfindlicher Samen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 29, 1911, S. 577—589.

2) G. GASSNER, Vorläufige Mitteilung neuerer Ergebnisse meiner Keimungsuntersuchungen mit *Chloris ciliata*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 29, 1911, S. 708—722. Ders., Untersuchungen über die Wirkung des Lichtes und des Temperaturwechsels auf die Keimung von *Chloris ciliata*. Jahrb. d. Hamb. Wiss. Anst. 29, 1911, S. 1—121.

LEHMANN beobachtete Einfluß der Temperaturhöhe auf die Lichtkeimungsverhältnisse seiner Versuchssamen in gleicher Weise auch bei konstanten Temperaturen vorliegt. Die LEHMANN'schen Ergebnisse, in denen eine weitgehende Abhängigkeit der Lichtwirkung von der Höhe der Temperatur festgestellt wurde, basierten nämlich nicht auf Versuchen mit konstanten Temperaturen, vielmehr wiesen sowohl die „Laboratoriums"-temperatur wie die „Vermehrungs"-temperatur recht beträchtliche tägliche Schwankungen auf. Und da LEHMANN in dem zweiten Teil der oben erwähnten Mitteilung für die gleichen Samen eine keimungsauslösende Wirkung des Temperaturwechsels feststellen konnte, so ließ sich gegen die im ersten Teil dargelegten Versuche über die Bedeutung der Temperaturhöhe für die Lichtwirkung der Einwand geltend machen, daß hier der Einfluß der tatsächlich vorhandenen Temperaturschwankungen nicht berücksichtigt ist, daß also möglicherweise die Samen auch deswegen in der „Vermehrung" anders keimten als im „Laboratorium", weil die in beiden vorhandenen Temperaturschwankungen verschieden starke waren.

Diesem Gedankengang verdanken die folgenden im Frühjahr 1912 durchgeführten Versuche ihre Entstehung. Sie wurden, was die Beantwortung der eben aufgeworfenen Frage anbetrifft, bereits im Juli desselben Jahres durch eine weitere Veröffentlichung LEHMANN's[1]) überholt, in welcher dieser Autor selbst durch einige Versuchsreihen mit konstanten Temperaturen den Nachweis erbrachte, daß in der Tat auch die Unterschiede in der absoluten Höhe der Keimungstemperaturen allein in weitgehendem Umfang die Lichtkeimung seiner Versuchssamen zu bestimmen vermögen, indem die Samen im allgemeinen bei höheren Temperaturen auch in Dunkelheit, bei niederen dagegen nur oder doch ungleich besser im Licht zu keimen vermögen. Weitere eingehende Beobachtungen sind in den späteren Mitteilungen LEHMANN's und OTTENWÄLDER's enthalten.[2])

Wenn ich nun trotz dieser Überholung im folgenden meine Versuche des Jahres 1912 veröffentliche, so kann ich dies einmal damit begründen, daß die von mir angewandten Versuchsbedingungen mit denjenigen LEHMANNs nicht völlig übereinstimmen,

1) LEHMANN, E. Über die Beeinflussung lichtempfindlicher Samen durch die Temperatur. Zeitschr. f. Bot., 4., 1912, S. 465—529.

2) LEHMANN, E. und OTTENWÄLDER, A. Über katalytische Wirkung des Lichtes bei der Keimung lichtempfindlicher Samen. Zeitschr. f. Bot., 5, 1913, S. 337—364.

OTTENWÄLDER, A. Lichtintensität und Substrat bei der Lichtkeimung. Zeitschr. f. Bot. 6, 1914, S. 785—848

indem vor allem auch Versuche mit regelmäßig intermittierenden Temperaturen durchgeführt wurden; über die Frage der *Gesetzmäßigkeiten der Einwirkung derartiger Temperaturen liegen aber* bisher entsprechende Untersuchungen nicht vor. Weiter aber kann ich darauf hinweisen, daß neben den wichtigsten LEHMANN'schen Versuchspflanzen auch einige bisher noch nicht auf Beziehungen zwischen Licht und Temperatur untersuchte Pflanzen zur Untersuchung gelangten.

Inbezug auf die Durchführung der Versuche sei auf die gleichzeitig erscheinenden Ausführungen meiner Untersuchungen über die keimungsauslösende Wirkung der N-Salze auf lichtempfindliche Samen verwiesen.[1]) „Konstante" Temperaturen wurden durch Einstellen der Samen in geeignete Kühlschränke, Thermostaten bezw. sonstige mit Thermoregulatoren versehene Apparate innegehalten, regelmäßiger Temperaturwechsel durch Umstellen der Schalen von einem Kühlschrank bezw. Thermostaten in einen anderen erzielt. Das Umstellen erfolgte regelmäßig um 10 Vorm. und 2 Nachm.; die intermittierende Behandlung „täglich 4 Std. 28°, 20 Std. 12°" bedeutet, daß die Schalen von 10 Vorm. bis 2 Nachm. im Thermostaten 28°, von 2 Nachm. bis 10 Vorm. des nächsten Tages im Kühlschrank von 12° gehalten wurden usw. Bei den Versuchen mit Belichtung im Keimbett wurde ausschließlich diffuses Tageslicht verwendet, um eine störende Nebenwirkung der Wärmestrahlen direkten Sonnenlichtes von vornherein auszuschalten; belichtete und unbelichtete Schalen standen also tatsächlich, wie in den Versuchsprotokollen angegeben, unter genau gleichen Temperaturverhältnissen.

Zur Untersuchung wurden folgende, im Herbst 1911 im Botanischen Garten in Hamburg geerntete Samen herangezogen:

I. Oenotheraceen:
Epilobium roseum Schreb.
„ *hirsutum* L.
Oenothera biennis L., f. *grandiflora*
„ „ f. *parviflora*
„ *ammophila* Focke
„ *caespitosa* Nutt.
„ *glauca* Michx.
„ *rosea* Soland.
Clarkia elegans Dougl.
„ *pulchella* Pursh

1) GASSNER, G. Über die keimungsauslösende Wirkung der Stickstoffsalze auf lichtempfindliche Samen. Jahrb. f. wiss. Bot. 55, 1915, S. 259—342.

II. Hydrophyllaceen:
Phacelia tanacetifolia Benth.

III. Scrophulariaceen:
Veronica longifolia L.
Verbascum thapsiforme Schrad.

Die erhaltenen Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen 1 und 2 zusammengestellt. Um die Darstellung nicht zu umfangreich zu gestalten, andererseits ein treffendes Bild nicht nur der schließlich erhaltenen Keimprozente, sondern auch des Keimungsverlaufes selbst zu geben, wurde die durchschnittliche Keimgeschwindigkeit in den einzelnen Versuchen berechnet und in die folgenden Tabellen mit aufgenommen. Die Berechnung war dadurch möglich, daß die Versuchsschalen täglich auf eingetretene Keimungen kontrolliert waren.

Tabelle 1.

Versuche über den Einfluß von Licht und Dunkelheit, wie Temperatur und Temperaturwechsel auf verschiedene Samen.
Versuchsbeginn: 20. III. 1912, Versuchsschluß: 15. IV. 1912.
Samen in Petrischalen auf Fließpapier mit destilliertem Wasser.
Zahl der Samen in jeder Schale: 100.

Versuchs-Nr.	Versuchspflanze	Belichtung	Konstante Temperatur bezw. Art der Behandlung mit intermittierenden Temperaturen	Keimprozente der einzelnen Schalen a	b	Keimprozente im Durchschnitt	Beginn der Keimung Tage	Durchschn. Keimgeschwindigk. Tage
3182,5a, b	*Epilobium roseum*	diff. Tageslicht	konstant 19°	93	92	**92,5**	3	4,46
6a, b		" "	" 28°	87	93	**90,0**	2	2,65
1a, b		dunkel	konstant 12°	0	1	**0,5**	14	14,00
2a, b		"	" 19°	23	35	**29,0**	5	7,03
3a, b		"	" 24°	32	35	**33,5**	3	6,91
4a, b		"	" 28°	47	44	**45,5**	3	5,98
3183,1a, b		"	tägl. 4 St. 28°, 20 St. 12°	88	89	**88,5**	5	7,08
2a, b		"	" " 12°, " " 28°	73	60	**66,5**	3	6,80
3a, b		"	" " 28°, " " 19°	85	84	**84,5**	4	6,44
4a, b		"	" " 19°, " " 28°	63	60	**61,5**	3	7,11
3186,5a, b	*Epilobium hirsutum*	diff. Tageslicht	konstant 19°	98	100	**99,0**	3	4,05
6a, b		" "	" 28°	98	98	**98,0**	1	1,97
1a, b		dunkel	konstant 12°	0	0	**0**	∞	∞
2a, b		"	" 19°	11	9	**10,0**	5	7,68
3a, b		"	" 24°	30	25	**27,5**	3	6,05
4a, b		"	" 28°	81	84	**82,5**	2	6,43
3187,1a, b		"	tägl. 4 St. 28°, 20 St. 12°	100	100	**100,0**	4	5,97
2a, b		"	" " 12°, " " 28°	95	100	**97,5**	3	5,10
3a, b		"	" " 28°, " " 19°	100	100	**100,0**	4	5,86
4a, b		"	" " 19°, " " 28°	90	95	**92,5**	3	5,58

Versuchs-Nr.	Versuchspflanze	Belichtung	Konstante Temperatur bezw. Art der Behandlung mit intermittierenden Temperaturen	Keimprozente der einzelnen Schalen a	b	im Durchschnitt	Beginn der Keimung Tage	Durchschn. Keimgeschwindigk. Tag
3180,5a, b	*Oenothera*	diff. Tageslicht	konstant 19°	43	56	**49,5**	5	8,28
6a, b	*caespitosa*	„ „	„ 28°	59	64	**61,5**	3	6,24
1a, b		dunkel	konstant 12°	15	26	**20,5**	12	15,36
2a, b		„	„ 19°	40	45	**42,5**	5	9.40
3a, b		„	„ 24°	46	42	**44,0**	4	7,49
4a, b		„	„ 28°	58	48	**53,0**	3	6,96
3181,1a, b		„	tägl. 4 St. 28°, 20 St. 12°	42	48	**45,0**	7	10,08
2a, b		„	„ „ 12°, „ „ 28°	64	65	**64,5**	3	6,42
3a, b		„	„ „ 28°, „ „ 19°	68	52	**60,0**	4	7,37
4a, b		„	„ „ 19°, „ „ 28°	66	61	**63,5**	3	6,61
3184,5a, b	*Oenothera*	diff. Tageslicht	konstant 19°	81	87	**84,0**	4	5,95
6a, b	*glauca*	„ „	„ 28°	82	87	**84,5**	2	3,80
1a, b		dunkel	konstant 12°	35	29	**32,0**	12	16,04
2a, b		„	„ 19°	68	60	**61,5**	5	6,48
3a, b		„	„ 24°	75	72	**73,5**	3	5,19
4a, b		„	„ 28°	86	80	**83,0**	2	3,61
3185,1a, b		„	tägl. 4 St. 28°, 20 St. 12°	84	78	**81,0**	7	9,66
2a, b		„	„ „ 12°, „ „ 28°	80	87	**83,5**	3	4,23
3a, b		„	„ „ 28°, „ „ 19°	84	77	**80,5**	4	6.04
4a, b		„	„ „ 19°, „ „ 28°	83	81	**82,0**	3	4,08
3178,5a, b	*Veronica*	diff. Tageslicht	konstant 19°	54	44	**49,0**	3	5,38
6a, b	*longifolia*	„ „	„ 28°	58	53	**55,5**	2	4,61
1a, b		dunkel	konstant 12°	11	19	**15,0**	6	9,30
2a, b		„	„ 19°	28	20	**24,0**	4	5,98
3a, b		„	„ 24°	17	20	**18,5**	4	6,02
4a, b		„	„ 28°	23	28	**25,5**	3	5.23
3179,1a, b		„	tägl. 4 St. 28°, 20 St. 12°	64	59	**61,5**	5	8,58
2a, b		„	„ „ 12°, „ „ 28°	46	48	**47,0**	4	6,49
3a, b		„	„ „ 28°, „ „ 19°	57	50	**53,5**	3	5,84
4a, b		„	„ „ 19°, „ „ 28°	41	45	**43,0**	3	5,87
3176,5a, b	*Verbascum*	diff. Tageslicht	konstant 19°	87	92	**89,5**	3	3,18
6a, b	*thapsiforme*	„ „	„ 28°	90	92	**91,0**	2	2,91
1a, b		dunkel	konstant 12°	11	4	**7,5**	6	9,84
2a, b		„	„ 19°	57	59	**58,0**	3	4,66
3a, b		„	„ 24°	71	62	**66,5**	3	3,94
4a, b		„	„ 28°	90	81	**85,5**	2	3,55
3177,1a, b		„	tägl. 4 St. 28°, 20 St. 12°	92	95	**93,5**	4	6,48
2a, b		„	„ „ 12°, „ „ 28°	86	84	**85,0**	2	3,15
3a, b		„	„ „ 28°, „ „ 19°	89	90	**89,5**	3	4,76
4a, b		„	„ „ 19°, „ „ 28°	89	89	**89,0**	3	3,42

Versuchs-Nr.	Versuchspflanze	Belichtung	Konstante Temperatur bezw. Art der Behandlung mit intermittierenden Temperaturen	Keimprozente der einzelnen Schalen a	b	Keimprozente im Durchschnitt	Beginn der Keimung Tage	Durchschn. Keimgeschwindigk. Tage
3174,5a, b	*Phacelia*	diff. Tageslicht	konstant 19°	21	15	**18,0**	2	3,23
6a, b	*tana-*	„ „	„ 28°	8	10	**9,0**	2	3,05
1a, b	*cetifolia*	dunkel	konstant 12°	92	88	**90,0**	2	3,38
2a, b		„	„ 19°	84	88	**86,0**	1	2,84
3a, b		„	„ 24°	59	54	**56,5**	1	2,76
4a, b		„	„ 28°	22	27	**24,5**	1	3,82
3175,1a, b		„	tägl. 4 St. 28°, 20 St 12°	89	84	**86,5**	2	3,79
2a, b		„	„ „ 12°, „ „ 28°	35	27	**31,0**	2	4,00
3a, b		„	„ „ 28°, „ „ 19°	88	83	**85,5**	1	2,39
4a, b		„	„ „ 19°, „ „ 28°	28	35	**31,5**	2	3,70

Tabelle 2

Versuchsprinzip u. Versuchsanstellung wie in Versuchen der Tabelle 1, jedoch

Versuchsbeginn: 20. IV. 1912, Versuchsschluß: 21. V. 1912.

Versuchs-Nr.	Versuchspflanze	Belichtung	Konstante Temperatur bezw. Art der Behandlung mit intermittierenden Temperaturen	Keimprozente der einzelnen Schalen a	b	Keimprozente im Durchschnitt	Beginn der Keimung Tage	Durchschn. Keimgeschwindigk. Tage
3226,5a, b	*Oenothera*	diff. Tageslicht	konstant 19°	23	19	**21,0**	4	5,72
6a, b	*biennis f.*	„ „	„ 28°	88	93	**90,5**	2	5,03
1a, b	*grandi-*	dunkel	konstant 12°	0	1	**0,5**	13	13,00
2a, b	*flora*	„	„ 19°	2	3	**2,5**	5	8,00
3a, b		„	„ 24°	31	22	**26,5**	3	5,26
4a, b		„	„ 28°	65	57	**61,0**	2	5,84
3227,1a, b		„	tägl. 4 St. 28°, 20 St. 12°	21	13	**17,0**	8	10,43
2a, b		„	„ „ 12°, „ „ 28°	92	95	**93,5**	3	6,29
3a, b		„	„ „ 28°, „ „ 19°	14	24	**19,0**	4	7,62
4a, b		„	„ „ 19°, „ „ 28°	88	83	**85,5**	2	7,43
3230,5a, b	*Oenothera*	diff. Tageslicht	konstant 19°	28	19	**23,5**	3	4,83
6a, b	*biennis f.*	„ „	„ 28°	91	90	**90,5**	1	2,62
1a, b	*parviflora*	dunkel	konstant 12°	0	1	**0,5**	10	10,00
2a, b		„	„ 19°	5	5	**5,0**	4	5,85
3a, b		„	„ 24°	74	69	**71,5**	2	4,18
4a, b		„	„ 28°	88	86	**87,0**	1	3,56
3231,1a, b		„	tägl. 4 St. 28°, 20 St. 12°	35	33	**34,0**	6	7,48
2a, b		„	„ „ 12°, „ „ 28°	92	94	**93,0**	1	3,13
3a, b		„	„ „ 28°, „ „ 19°	24	33	**28,5**	3	4,85
4a, b		„	„ „ 19°, „ „ 28°	95	96	**95,5**	1	3,44

Versuchs-Nr.	Versuchspflanze	Belichtung	Konstante Temperatur bzw. Art der Behandlung mit intermittierenden Temperaturen	Keimprozente der einzelnen Schalen a	Keimprozente der einzelnen Schalen b	Keimprozente im Durchschnitt	Beginn der Keimung Tage	Durchschn. Keimgeschwindigk. Tage
3232,5a, b	*Oenothera*	diff. Tageslicht	konstant 19°	14	17	**15,5**	8	7,13
6a, b	*ammophila*	" "	" 28°	42	36	**39,0**	2	7,80
1a, b		dunkel	konstant 12°	0	0	**0**	∞	∞
2a, b		"	" 19°	7	5	**6,0**	3	7,87
3a, b		"	" 24°	21	10	**15,5**	2	7,21
4a, b		"	" 28°	27	30	**28,5**	2	8,18
3233,1a, b		"	tägl. 4 St. 28°, 20 St. 12°	13	16	**14,5**	6	9,48
2a, b		"	" " 12°, " " 28°	53	47	**50,0**	8	8,86
3a, b		"	" " 28°, " " 19°	13	17	**15,0**	8	7,72
4a, b		"	" " 19°, " " 28°	50	51	**50,5**	8	9,45
3234,5a, b	*Oenothera*	diff. Tageslicht	konstant 19°	77	78	**75,5**	3	5,85
6a, b	*rosea*	" "	" 28°	82	82	**82,0**	1	3,07
1a, b		dunkel	konstant 12°	28	22	**25,0**	8	13,48
2a, b		"	" 19°	60	63	**61,5**	4	6,58
3a, b		"	" 24°	61	60	**60,5**	3	5,56
4a, b		"	" 28°	69	66	**67,5**	3	4,96
3235,1a, b		"	tägl. 4 St. 28°, 20 St. 12°	62	62	**62,0**	6	10,72
2a, b		"	" " 12°, " " 28°	73	84	**78,5**	3	5,54
3a, b		"	" " 28°, " " 19°	67	60	**63,5**	4	6,52
4a, b		"	" " 19°, " " 28°	75	72	**73,5**	2	5,15
3236,5a, b	*Clarkia*	diff. Tageslicht	konstant 19°	86	88	**87,0**	2	8,71
6a, b	*elegans*	" "	" 28°	55	42	**48,5**	1	6,76
1a, b		dunkel	konstant 12°	96	93	**94,5**	2	2,40
2a, b		"	" 19°	89	91	**90,0**	2	2,97
3a, b		"	" 24°	58	71	**62,0**	1	4,48
4a, b		"	" 28°	48	56	**52,0**	1	6,03
3237,1a, b		"	tägl. 4 St. 28°, 20 St. 12°	96	95	**95,5**	2	2,45
2,a b		"	" " 12°, " " 28°	72	66	**69,0**	2	5,99
3,a b		"	" " 28°, " " 19°	90	89	**89,5**	1	4,85
4a, b		"	" " 19°, " " 28°	56	63	**59,5**	1	7,26
3238,5a, b	*Clarkia*	diff. Tageslicht	konstant 19°	89	91	**90,0**	2	3,61
6a, b	*pulchella*	" "	" 28°	24	32	**28,0**	2	7,08
1a, b		dunkel	konstant 12°	93	94	**93,5**	3	3,15
2a, b		"	" 19°	91	93	**92,0**	1	3,44
3a, b		"	" 24°	34	34	**34,0**	2	5,31
4a, b		"	" 28°	28	27	**27,5**	2	7,02
3239,1a, b		"	tägl. 4 St. 28°, 20 St. 12°	88	90	**89,0**	3	3,32
2a, b		"	" " 12°, " " 28°	73	61	**67,0**	2	8,89
3a, b		"	" " 28°, " " 19°	87	91	**89,0**	2	3,91
4a, b		"	" " 19°, " " 28°	45	45	**45,0**	2	9,01

Besprechung der erhaltenen Ergebnisse.

Oenotheraceen. Aus den in Tabelle 1 und 2 mitgeteilten Versuchsreihen ist zu ersehen, daß die zur Untersuchung herangezogenen Oenotheraceen durchaus nicht einem einheitlichen Keimungstypus folgen, sondern sich inbezug auf ihr Keimungsverhalten in drei Gruppen teilen lassen.

1) Der *Epilobium*-Typus (Versuchspflanzen *Epilobium roseum* und *E. hirsutum*). Es ist dies der Typus, der neuerdings durch die Untersuchungen von LEHMANN und von OTTENWÄLDER[1]) näher bekannt geworden ist, nachdem bereits früher KINZEL[2]) die Lichtempfindlichkeit dieser Samen festgestellt hatte. Die in Tabelle 1 enthaltenen Versuche bringen zunächst eine Bestätigung der von LEHMANN und OTTENWÄLDER gemachten Angaben über die Abhängigkeit der Lichtempfindlichkeit dieser Samen von der Höhe der Keimungstemperatur. Die Samen sind in der Tat bei niederen Temperaturen in ungleich stärkerem Maße auf Lichtwirkung angewiesen, um zur Keimung kommen zu können, als bei höheren; so stehen bei *Epilobium hirsutum* den Dunkelkeimungen von 10 $^0/_0$ bei 19^0 und 82,5 $^0/_0$ bei 28^0 Tageslichtkeimungen von 99 bezw. 98 $^0/_0$ gegenüber. Hohe Keimprozente werden also in Dunkelheit nur bei genügend hohen Keimungstemperaturen erzielt, in Tageslicht dagegen auch bei niedrigeren Temperaturen.

Die von LEHMANN gemachte Angabe, daß Temperatur**wechsel** auf *Epilobium*samen keimungsauslösend wirkt, wurde ebenfalls bestätigt und konnte dahin erweitert werden, daß bei Anwendung regelmäßig intermittierender Temperaturen die höchsten Keimprozente dann erzielt werden, wenn die niederen Temperaturen die längere, die höheren die kürzere Zeit täglich zur Einwirkung gelangen. Die durch Temperaturwechsel erzielten Keimungen reichen an die durch Belichtung erzielten heran; während z. B. bei *Epilobium roseum* bei konstant 12^0 nur 0,5 $^0/_0$, bei konstant 28^0 nur 45,5 $^0/_0$ der Samen zur Keimung gelangen, bewirkt eine geeignete Kombination dieser beiden Temperaturen maximale Keimprozente von 88,5 $^0/_0$.

Die Keimungsbedingungen des *Epilobium*-Typus lassen sich also dahin charakterisieren: in Tageslicht maximale Keimprozente bei höheren und bei niederen Temperaturen, in Dunkelheit bei niederen Temperaturen ungleich geringere

1) LEHMANN, OTTENWÄLDER, l. c.

2) KINZEL, W., Frost und Licht als beeinflussende Kräfte bei der Samenkeimung, Stuttgart 1913.

Keimungen als bei höheren. Keimungsauslösende Wirkung des Temperaturwechsels, maximale Keimprozente durch regelmäßig intermittierende Temperaturen dann, wenn die höheren Temperaturen die kürzere, die niederen die längere Zeit täglich zur Einwirkung gelangen.

2) Der *Oenothera*-Typus. Als typischer Vertreter läßt sich *Oenothera biennis* bezeichnen, deren Keimungsverhältnisse an anderer Stelle[1]) in eingehender Weise dargelegt sind und in den obigen Versuchen in gleicher Weise zutage treten.

Eine gewisse Übereinstimmung mit dem eben behandelten *Epilobium*-Typus liegt unzweifelhaft vor: auch bei *Oenothera* ergeben sich in Dunkelheit mit steigender Temperatur höhere Keimprozente; ebenso macht sich die fördernde Lichtwirkung sowohl bei niederer Temperatur (19°) wie bei höherer (28°) bemerkbar; und schließlich wirkt auch bei *Oenothera* Temperaturwechsel keimungsauslösend. Die Unterschiede zum *Epilobium*-Typus liegen in folgendem:

*Oenothera*samen haben zunächst ein ungleich höheres Keimungs-Minimum als *Epilobium*. Wichtiger ist, daß beim *Oenothera*typus das Licht nur dann maximale Keimprozente auszulösen vermag, wenn gleichzeitig höhere Keimungstemperaturen zur Anwendung gelangen: so bewirkt Belichtung für *O. grandiflora* bei 19° eine Steigerung der Keimprozente von 2,5% auf 21,0%, bei 28° dagegen eine solche von 61% (in Dunkelheit) auf 90,5%. Der keimungsherabsetzende Einfluß tiefer Keimungstemperaturen macht sich also im Gegensatz zum *Epilobium*typus, wo Lichtwirkung fehlende Temperaturwirkung vollständig zu ersetzen vermag, bei *Oenothera* auch im belichteten Keimbett deutlich bemerkbar.

Ein weiterer Unterschied zum *Epilobium*-Typus besteht in der verschiedenen Gesetzmäßigkeit der Einwirkung regelmäßig intermittierender Temperaturen. Maximale Keimprozente werden bei *Oenothera* durch Anwendung regelmäßig intermittierender Temperaturen nur dann ausgelöst, wenn die höheren Temperaturen die längere, die tieferen die kürzere Zeit täglich zur Einwirkung gelangen, also umgekehrt wie bei *Epilobium*. So gelingt es z. B. bei *Oenothera grandiflora* durch eine intermittierende Behandlung „täglich 4 Std. 12°, 20 Std. 28°" die Keimprozente von 0,5% bei konstant 12° und 61,0% bei konstant 28° auf 93,5% zu erhöhen, d. h. auf dieselbe Höhe zu bringen, die sich bei konstanter Temperatur nur durch eine Kombination von genügend hoher Temperatur und Belichtung erzielen läßt.

1) GASSNER, l. c., 1915.

Merkmale des *Oenothera*-Typus sind also folgende: Hohes Keimungsminimum, mit steigender Temperatur Ansteigen der Keimprozente. — Fördernde Lichtwirkung, maximale Keimprozente im belichteten Keimbett jedoch nur bei gleichzeitiger Einwirkung genügend hoher Keimungstemperaturen. — Keimungsfördernde Wirkung des Temperaturwechsels, maximale Keimprozente durch regelmäßig intermittierende Temperaturen dann, wenn die höheren Temperaturen die längere, die niederen die kürzere Zeit täglich zur Einwirkung gelangen. Dieser Keimungstypus ist in ganz ausgesprochener Weise für *Oenothera biennis, O. grandiflora, O. parviflora, O. ammophila* zu beobachten, etwas weniger ausgesprochen für *O. rosea* und *O. caespitosa;* die Keimungsverhältnisse von *O. glauca* scheinen dagegen einen gewissen Übergang zu denjenigen der *Epilobium*-Arten darzustellen.

Über die Keimungsverhältnisse von *Oenothera biennis* hat unlängst OTTENWÄLDER[1]) einige Versuchsreihen mitgeteilt, die mit der im obigen gefundenen Gesetzmäßigkeit nicht in vollem Einklange stehen. Auf die bestehenden Widersprüche habe ich bereits an anderer Stelle[2]) kurz hingewiesen und der Hoffnung Ausdruck gegeben, daß eine Wiederholung zu dem gleichen Ergebnis führen würde, zu dem ich auf Grund meiner früher mitgeteilten und der im obigen wiedergegebenen Versuchsreihen gelangt bin.

3) Der *Clarkia*-Typus. Einen ganz abweichenden Typus repräsentieren die beiden untersuchten *Clarkia*-Arten, *Clarkia elegans* und *C. pulchella.*

Die Versuche mit konstanten Temperaturen ergaben ein auffallend tiefes Keimungsoptimum, indem bei 12°, allenfalls auch noch bei 19° maximale Keimprozente erzielt werden, dagegen nicht mehr bei höheren Temperaturen. In der bei Ansteigen der Keimungstemperatur zu beobachtenden Herabdrückung der Keimprozente unter gleichzeitiger Verlängerung der durchschnittlichen Keimgeschwindigkeit haben wir also ein genaues Gegenstück zum *Epilobium*- und *Oenothera*-Typus.

Ein weiterer Gegensatz besteht in der Wirkungslosigkeit des Temperaturwechsels; die mit intermittierenden Temperaturen erzielten Keimprozente gehen denjenigen bei konstanten Temperaturen parallel.

Und schließlich ist auch die Lichtwirkung eine andere als bei den vorher untersuchten Typen. Die Samen von *Clarkia elegans*

1) OTTENWÄLDER, l. c., 1914.
2) GASSNER, l. c., 1915, S. 341.

wurden durch Lichtwirkung schwach gehemmt; es offenbart sich das allerdings weniger in der Herabdrückung der Keimprozente als in der Verlängerung der durchschnittlichen Keimgeschwindigkeit. Die Samen von *C. pulchella* zeigten in dem obigen Versuch keine hemmende Wirkung des Lichtes. Daß eine solche jedoch auch hier beobachtet werden kann, möge noch die folgende daraufhin unlängst angestellte Versuchsreihe zeigen:

Tabelle 3

Versuch über den Einfluß der Belichtung auf Samen von *Clarkia pulchella* (Ernte 1914) bei verschiedenen Temperaturen.

Samen auf Fließpapier mit dest. Wasser, Zahl der Samen in jeder Petrischale 100 Korn. Versuchsbeginn 1. IV. 15, Versuchsschluß 11. IV. 1915.

Versuchs-Nr.	Keimungs-temperatur	Belichtung	Keimprozente der einzelnen Schalen nach 1 Tagen	2	3	4	5	10	total, im Durchschnitt
3779, 1a, b	12—13°	diffuses Tageslicht	0 0	1 0	59 63	93 92	94 95	95 96	**95,5**
2a, b	„	Dunkel	0 0	1 0	94 96	96 98	96 98	96 98	**97,0**
3a, b	28°	diffuses Tageslicht	3 2	46 47	57 57	66 63	69 66	70 69	**69,5**
4a, b	„	Dunkel	8 2	57 48	65 64	70 72	72 72	73 74	**73,5**

Die Herabdrückung der Keimprozente mit steigender Keimungstemperatur (28° gegenüber 12°) macht sich bei der hier zur Untersuchung gelangten Probe nicht so stark bemerkbar wie in den entsprechenden Versuchen des Jahres 1912, ist jedoch ebenfalls vorhanden. Was die Lichtwirkung anbetrifft, ist eine schwache Schädigung in beiden Versuchsreihen, vor allem in der Verlangsamung der durchschnittlichen Keimgeschwindigkeit zu erkennen; und zwar tritt dieselbe bei 12° etwas deutlicher zu Tage als bei 28°. Es ist nicht ausgeschlossen, daß das Licht bei 12° etwas stärker schädigt als bei 28°; möglich ist aber auch, daß die Unterschiede nur scheinbare und darauf zurückzuführen sind, daß eine niedere Temperatur den Keimungsverlauf in die Länge zieht, und etwaige Unterschiede dementsprechend länger sichtbar bleiben.

Tiefes Keimungsoptimum, Wirkungslosigkeit des Temperaturwechsels und sehr schwache Schädigungs-

wirkung des Lichtes bei keiner oder höchstens geringer Abhängigkeit derselben von der Höhe der Keimungstemperatur stellen die charakteristschen Merkmale des bisher unbekannten Keimungstypus der *Clarkia*-Samen dar.

Zusammenfassend ist also nochmals zu sagen, daß die Samen der Oenotheraceen durchaus keinen einheitlichen Typus der Keimung aufweisen, sondern nach ihrer Abhängigkeit von Licht und Temperatur drei verschiedenen Keimungstypen zuzuerteilen sind.

Hydrophyllaceen.

Über die Keimungsverhältnisse der zur Untersuchung herangezogenen *Phacelia tanacetifolia* liegen bereits von REMER[1]) und KINZEL[2]) entsprechende Versuche vor, die an dem Bestehen einer keimungshemmenden Wirkung des Lichtes keinen Zweifel lassen. Diese Wirkung fand sich in den oben angeführten Versuchen bestätigt.

Die Frage, ob die Lichtwirkung durch die Höhe der Keimungstemperatur beeinflußt wird, ist neuerdings von LEHMANN[3]) für einige andere Hydrophyllaceen untersucht und dahin beantwortet, daß die schädigende Lichtwirkung bei höheren Temperaturen eine ungleich stärkere ist als bei tiefen, wo sie ganz fehlen kann. Auch in Dunkelheit macht sich der Einfluß der Temperaturhöhe des Keimbettes bemerkbar, indem bei tiefen Temperaturen bessere Keimungen eintreten als bei höheren.

Das letztere ist nach den im obigen mitgeteilten Versuchsreihen auch für *Phacelia* zu beobachten, deren Samen also, wie übrigens schon REMER zeigte, ebenfalls durch ein tiefes Keimungsoptimum ausgezeichnet sind. Was jedoch die Lichtwirkung bei verschiedenen Temperaturen anbetrifft, so lassen die obigen Versuche wesentliche Verschiedenheiten nicht erkennen, vielmehr wirkte die gleiche Belichtung bei 19° ebenso schädigend wie bei 28°.

Im Hinblick auf die von LEHMANN für andere Hydrophyllaceen gemachten nnd auch auf *Phacelia* übertragenen Angaben habe ich unlängst noch eine neue Versuchsreihe mit Samenmaterial angesetzt, das im Herbst 1914 geerntet war.

---

1) REMER, W., Der Einfluß des Lichtes auf die Keimung von *Phacelia tanacetifolia* Benth. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 22, 1904, S. 328—339.

2) KINZEL, l. c.

3) LEHMANN, l. c. 1913.

Tabelle 4

Versuch über den Einfluß der Belichtung auf Samen von *Phacelia tanacetifolia* (Ernte 1914) bei verschiedenen Temperaturen.

Samen auf Fließpapier mit dest. Wasser, Zahl der Samen in jeder Petrischale 100 Korn. Versuchsbeginn 1. IV. 15, Versuchsschluß 11. IV. 1915.

Versuchs-Nr.	Keimungstemperatur	Belichtung	Keimprozente der einzelnen Schalen nach 1 Tagen	2	3	4	5	10	total, im Durchschnitt
3778, 1a, b	12—13°	diffuses Tageslicht	0 0	13 13	21 19	24 24	27 24	27 26	**26,5**
2a, b	„	Dunkel	8 4	60 65	65 74	70 75	70 75	74 79	**76,5**
3a, b	28°	diffuses Tageslicht	8 8	12 15	13 19	14 20	14 21	14 21	**17,5**
4a, b	„	Dunkel	11 10	45 37	47 39	48 39	48 40	49 40	**44,5**

Auch dieser Versuch läßt einen wesentlichen Unterschied der Lichtwirkung bei tiefer (12/13°) und hoher (28°) Temperatur, insbesondere eine Wirkungslosigkeit des Lichtes bei tiefer Keimungstemperatur nicht erkennen. Es scheinen also bei *Phacelia* etwas andere Verhältnisse vorzuliegen als für die Samen der von LEHMANN näher untersuchten Hydrophyllaceen.

Über die Einwirkung regelmäßig intermittierender Temperaturen auf *Phacelia* liegen Versuche noch nicht vor; REMER[1]) hat allerdings die Vermutung ausgesprochen, daß Temperaturwechsel für die Keimung von *Phacelia* von Vorteil sei. Demgegenüber lassen die in Tabelle 1 zusammengestellten Versuche keinen Zweifel, daß eine keimungsauslösende Wirkung des Temperaturwechsels nicht besteht.

Tiefes Keimungsoptimum und schädigende Wirkung höherer Keimungstemperaturen, Wirkungslosigkeit des Temperaturwechsels und schädigende Wirkung des Lichtes bei tiefen und hohen Keimungstemperaturen sind demnach für die Keimungsverhältnisse von *Phacelia* charakteristisch.

Scrophulariaceen.

Die fördernde Wirkung des Lichtes auf die Keimung der beiden untersuchten Pflanzen *Veronica longifolia* und *Verbascum*

1) REMER, l. c., S. 332.

thapsiforme ist bereits von anderer Seite festgestellt[1]). Über die Bedeutung der Keimungstemperatur sowie des Temperaturwechels liegen bereits von LEHMANN[2]) Beobachtungen in dem Sinne vor, daß die Samen bei tiefen Temperaturen in stärkerem Maße des Lichtes zur Keimung bedürfen als bei höheren, und daß Temperaturwechsel keimungsauslösend wirkt.

Diese Angaben finden in den obigen Versuchen ihre Bestätigung. Eine Erweiterung unserer bisherigen Kenntnisse bedeuten die Versuche mit regelmäßigem Temperaturwechsel: regelmäßig intermittierende Temperaturen wirken keimungsauslösend und lassen die höchsten Keimprozente dann hervortreten, wenn die niederen Temperaturen die längere, die höheren die kürzere Zeit täglich zur Einwirkung gelangen.

Die Keimungsbedingungen der untersuchten Scrophulariaceensamen entsprechen also prinzipiell dem im obigen näher beschriebenen *Epilobium*-Typus, auf den hiermit verwiesen sei.

Den Ausgangspunkt der vorstehenden Untersuchungen hatte die Frage gebildet, inwieweit Temperaturschwankungen, insbesondere regelmäßig einwirkende intermittierende Temperaturen bei den Keimungsverhältnissen lichtempfindlicher Samen eine Rolle spielen. Nach den im obigen mitgeteilten Versuchen kann es keinem Zweifel unterliegen, daß dies in weitgehendem Umfang der Fall ist. Es ergibt sich demnach die Notwendigkeit, diesen Faktor in allen Versuchen über Lichtkeimung entsprechend zu berücksichtigen, insbesondere muß es wünschenswert erscheinen, bei Versuchen über die Bedeutung der Höhe der Keimungstemperatur für die Lichtwirkung die Möglichkeit einer störenden Wirkung etwaiger Temperaturschwankungen durch Anwendung konstanter Temperaturen auszuschalten. Auf jeden Fall können nur diejenigen Versuche über Beziehungen zwischen Höhe der Keimungstemperatur und Lichtwirkung als wirklich einwandfrei angesprochen werden, in denen die in unkontrollierten Temperaturschwankungen liegende Fehlerquelle ausgeschaltet ist.

Daß ein derartiger Hinweis auf die Notwendigkeit einer Berücksichtigung etwaiger Temperaturschwankungen nicht überflüssig

1) KINZEL, l. c.
2) LEHMANN, l. c. 1911, 1912.

erscheinen darf, dafür konnte an anderer Stelle[1]) in *Ranunculus scel ratus* ein Schulbeispiel angeführt werden; die älteren Versuche üb die Beziehungen zwischen Lichtwirkung und Temperatur bei de Keimung dieser Samen[2]) berücksichtigen nicht die keimungsaus lösende Wirkung der Temperaturschwankungen und konnten des halb zu übereinstimmenden Ergebnissen nicht führen.

Rostock i. M., Botanisches Institut der Universität.

22. Gustav Gassner: Einige neue Fälle von keimungs auslösender Wirkung der Stickstoffverbindungen auf licht empfindliche Samen.

(Eingegangen am 19. April 1915.)

Eine besondere Stelle unter den neueren keimungsphysiolo gischen Arbeiten nehmen diejenigen Untersuchungen ein, die sic mit der Frage der keimungsauslösenden Wirkung bestimmter Stoff befassen. Wenn wir in dieser Richtung auch bereits einige wissen, so läßt sich andererseits doch nicht leugnen, daß wir trot der Forschungstätigkeit verschiedener Autoren jetzt erst gerad anfangen, in dieses für die Keimungsphysiologie besonders wich tige Gebiet tiefer einzudringen, und daß es noch bedeutende Arbeit bedarf, um eine Einordnung des bisher Bekannten unte allgemeine Gesichtspunkte zu ermöglichen. Vorläufig muß es sicl immer noch in erster Linie darum handeln, ein genügendes Tat sachenmaterial zusammenzutragen, auf dem sich dann der allge meine Aufbau eines alle Erscheinungen zusammenfassenden System errichten läßt.

Bei der keimungsauslösenden Wirkung bestimmter Stoff handelt es sich augenblicklich in erster Linie um den Ersatz vo Temperatur- und Lichtwirkung bei der Keimung lichtempfindliche Samen. Die älteren, einer näheren Deutung ebenfalls noch nich

---

1) GASSNER, l. c., 1915.

2) LEHMANN, E., Zur Keimungsphysiologie und -biologie von *Ranunculu sceleratus* L. und einigen anderen Samen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 27, 190 S. 476—494. Vgl. ferner LEHMANN, l. c. 1911, 1912.

zugänglichen Untersuchungen FISCHERs[1]) sollen hier, weil an Samen von Wasser- und Sumpfpflanzen und ohne Berücksichtigung der Frage der Lichtkeimung durchgeführt, nicht berücksichtigt werden. Es bleiben dann in erster Linie die Untersuchungen einerseits von LEHMANN und OTTENWÄLDER[2]), andererseits diejenigen von GASSNER[3]) übrig, zu denen sich noch einige Angaben anderer Autoren gesellen, die hier nicht im einzelnen angeführt zu werden brauchen.

Die Unterschiede der einerseits von LEHMANN-OTTENWÄLDER, andererseits von GASSNER erhaltenen Ergebnisse sind anscheinend nicht zum wenigsten in der Auswahl des zu den Versuchen verwendeten Pflanzenmaterials begründet und lassen sich wie folgt charakterisieren:

Nach LEHMANN-OTTENWÄLDER kommt den Säuren als solchen in besonderem Maße die Fähigkeit zu, unter sonst gleichen äußeren Bedingungen nur im Licht keimende Samen auch in Dunkelheit zur Keimung zu bringen, wobei die verschiedenen Säuren „entsprechend der Konzentration ihrer Wasserstoffionen" wirken.

Im Gegensatz dazu konnte GASSNER für die von ihm näher untersuchten Pflanzen eine spezifische keimungsauslösende Wirkung der Säuren nicht feststellen, wohl dagegen in ganz ausgesprochener Weise eine solche der N-Verbindungen, insbesondere auch der N-Salze; auch Salpetersäure wirkt wegen ihres N-Gehaltes keimungsauslösend.

Die von LEHMANN-OTTENWÄLDER gewonnenen Feststellungen erstrecken sich auf die Samen von *Epilobium hirsutum*, *E. roseum*, *E. parviflorum*, *Lythrum Salicaria*, *Scrophularia nodosa*, *Verbascum thapsiforme*, *Digitalis purpurea*, *Oenothera biennis*; die von GASSNER erhaltenen Ergebnisse beziehen sich auf *Ranunculus sceleratus*, *Oenothera biennis* und *Chloris ciliata*.

So stehen augenblicklich einerseits die keimungsauslösende Wirkung der Säuren schlechthin, andererseits diejenige der N-Verbindungen als verschiedenartige Beobachtungen der genannten

1) FISCHER, A., Wasserstoff- und Hydroxylionen als Keimungsreize. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 25, 1907, S. 108–122.

2) LEHMANN, E. u. OTTENWÄLDER, A., Über katalytische Wirkung des Lichtes bei der Keimung lichtempfindlicher Samen. Zeitsch. f. Bot. 5, 1913, S. 337–364.

OTTENWÄLDER, A., Lichtintensität und Substrat bei der Lichtkeimung. Zeitschr. f. Bot. 6, 1914, S. 785–848.

3) GASSNER, G., Über die keimungsauslösende Wirkung der Stickstoffsalze auf lichtempfindliche Samen. Jahrb. f. wiss. Bot. 55, 1915, S. 259–342.

Autoren einander gegenüber oder doch unvereinigt nebeneinander, und weitere Versuche zur Entscheidung der Frage, ob und bei welchen Pflanzen Säurewirkung, bei welchen N-Wirkung ausschlaggebend ist, müssen wünschenswert erscheinen.

Einige derartige, unlängst durchgeführte Versuche sind im folgenden zusammengestellt; es kam mir in erster Linie auf die Feststellung an, daß N-Verbindungen auch auf andere als die von mir früher *untersuchten Samen keimungsauslösend wirken. Einige* weitere Versuche über die Frage der keimungsauslösenden Wirkung von Säuren (Salzsäure) wurden mehr nebenbei durchgeführt.

Die im folgenden zusammengestellten Versuche sind im Winter 1914/15 im Rostocker Botanischen Institut zur Ausführung gekommen. Es standen mir hier abgesehen von einem, im übrigen auch anderen Versuchszwecken dienenden Thermostaten keinerlei besondere technische Hilfsmittel zur Verfügung, weshalb ich auf eine Durchführung der Versuche bei konstanten Temperaturen im allgemeinen verzichten mußte. Trotzdem ermöglichen die folgenden Versuche eine einwandfreie Beantwortung der Frage der keimungsauslösenden Wirkung der N-Verbindungen; denn es wurde in überaus genauer Weise darauf geachtet, daß die leicht schwankenden Zimmertemperaturen auf alle Samen der betr. Versuchsserie in genau der gleichen Weise einwirkten. Belichtete und unbelichtete Schalen, sowie die Schalen mit den verschiedenen Lösungen standen unter genau gleichen Temperaturbedingungen, so daß die Unterschiede in der Höhe der Keimprozente einwandfreie Schlüsse über die Lichtwirkung sowohl wie über die Wirkung der untersuchten Chemikalien gestatten. Im übrigen war die Versuchsausführung die gleiche wie in meinen alten Hamburger Versuchen: *die Samen wurden auf eine vierfache Schicht des Fließpapieres* 598 der Firma SCHLEICHER & SCHÜLL in Petrischalen ausgelegt, nachdem das Filtierpapier mit Wasser bezw. der zu untersuchenden Lösung getränkt war, und die Feuchtigkeit während der Versuchsdauer durch Nachfüllen destillierten Wassers konstant gehalten.

Jede der im folgenden angeführten Samenarten wurde zunächst in der Weise untersucht, daß gleichzeitig Samen teils auf *destilliertem Wasser, teils auf* KNO_3 *0,01 bezw. 0,05 mol* ausgelegt wurden. Von den auf destilliertem Wasser ausgelegten Samen wurde die Hälfte dunkel gehalten, die andere Hälfte dem Tageslicht ausgesetzt, um die Abhängigkeit der Keimung des verwendeten Samenmateriales vom Lichte festzustellen; daß die Temperaturverhältnisse der Licht- und Dunkelschalen genau gleich ge-

halten wurden, die Versuche in dieser Hinsicht also einwandfrei sind, ist oben bereits betont. Nachdem einmal die Wirkung des Lichtes auf das verwendete Samenmaterial festgestellt war, wurden die späteren Versuche über die keimungsauslösende Wirkung anderer Stoffe ausschließlich in Dunkelheit durchgeführt, indem die Schalen unter lichtdicht schließenden Pappstürzen meist im Dunkelzimmer des Institutes Aufstellung fanden.

Zu den Versuchen wurden die Samen der im folgenden angeführten Pflanzen herangezogen; sie stammten teils aus dem Botanischen Garten Hamburg (bezeichnet als „Hamburg 1913", weil 1913 geerntet), teils habe ich sie selbst 1914 in Rostock geerntet („Rostock 1914"), teils waren sie kurz vor Versuchsbeginn von HAAGE und SCHMIDT bezogen:

Caryophyllaceae:	1. *Silene gallica* L. (Hamburg 1913),
Ranunculaceae:	2. *Nigella sativa* L. (HAAGE und SCHMIDT),
	3. „ *damascena* L. (HAAGE u. SCHMIDT),
Rosaceae:	4. *Geum urbanum* L. (Rostock 1914),
Guttiferae:	5. *Hypericum perforatum* L. (Rostock 1914),
Lythraceae:	6. *Lythrum Salicaria* L. (Hamburg 1913),
	7. „ „ „ (HAAGE u. SCHMIDT),
Oenotheraceae:	[8. *Epilobium angustifolium* L. (Hamburg 1913)],
	9. „ *hirsutum* L. (Hamburg 1913),
	10. „ „ „ (HAAGE u. SCHMIDT),
	11. „ *roseum* Schreb. (Hamburg 1913),
	12. *Clarkia elegans* Dougl. (Hamburg 1913),
	13. „ *pulchella* Pursh. (HAAGE u. SCHMIDT),
Hydrophyllaceae:	14. *Phacelia tanacetifolia* Benth. (Rostock 1914),
	15. „ „ „ (HAAGE und SCHMIDT),
Solanaceae:	16. *Nicotiana Tabacum* L. (HAAGE u. SCHMIDT),
Scrophulariaceae:	17. *Digitalis lutea* L. (Rostock 1914),
	18. *Scrophularia nodosa* L. (HAAGE u. SCHMIDT),
	19. *Verbascum Thapsus* L. (HAAGE u. SCHMIDT),
	[20. *Veronica virginica* L. (Hamburg 1913)],
Gesneriaceae:	21. *Sinningia speciosa* Hiern. (HAAGE und SCHMIDT),
Verbenaceae:	[22. *Verbena bracteata* Cav. (Rostock 1914)],
Plantaginaceae:	[23. *Plantago media* L. (Rostock 1914)],
Gentianaceae:	24. *Gentiana cruciata* L. (HAAGE u. SCHMIDT),
	[25. „ *lutea* L. (Rostock 1914)],
	[26. „ *verna* L. (HAAGE u. SCHMIDT)],
Valerianaceae:	27. *Centranthus macrosiphon* Boiss. (Rostock 1914).

Einige der zur Untersuchung herangezogenen Samen erwiesen sich unter den angegebenen Versuchsbedingungen nicht oder doch nur derartig wenig keimfähig, daß von einer Wiedergabe der Versuchsprotokolle als zwecklos Abstand genommen wurde; diese Samen sind in der vorstehenden Liste in Klammern angeführt; sie haben für die späteren Ausführungen keine Berücksichtigung gefunden.

An den Anfang der folgenden Besprechungen stelle ich die Versuche mit denjenigen Samen, an denen sich eine deutliche keimungsauslösende Wirkung der N-Verbindungen herausstellte.

I. Einige neue Fälle der keimungsauslösenden Wirkung von N-Verbindungen auf lichtempfindliche Samen.

Versuche mit Samen von *Hypericum perforatum* L.

Beobachtungen über die keimungsauslösende Wirkung des Lichtes auf *Hypericum*arten, insbesondere auch *H. perforatum* liegen bereits von KINZEL[1]) vor. Allerdings konnte ich die KINZELsche Angabe, daß *Hypericum*arten „bei stark verzögerter Entwicklung ausschließlich im Lichte“ keimen, nicht bestätigt finden, da auch in Dunkelheit stets gewisse Keimungen zu beobachten waren. Unterschiede der Temperaturverhältnisse mögen für die Verschiedenartigkeit der Beobachtungen verantwortlich zu machen sein. Daß die Höhe der Keimprozente in gewissem Umfang von den Keimungstemperaturen abhängig ist, geht aus den folgenden, unter etwas verschiedenartigen Temperaturverhältnissen durchgeführten Versuchsreihen zur Genüge hervor; jedoch möchte ich es im Hinblick auf die in den einzelnen Versuchsreihen vorliegenden, innerhalb der Versuchsreihen selbst natürlich gleichmäßigen, aber doch unkontrollierten Temperaturschwankungen vermeiden, die Frage der Bedeutung der Keimbetttemperatur auf die erzielten Keimergebnisse näher zu beantworten.

Gleich die erste Versuchsreihe ergab einmal die keimungsauslösende Wirkung des Lichtes auf *Hypericum*-Samen, gleichzeitig aber auch die Tatsache, daß sich die Lichtwirkung durch Auslegen der Samen auf KNO_3-Lösung ersetzen läßt.

---

1) KINZEL, W., Frost und Licht als beeinflussende Kräfte bei der Samenkeimung, Stuttgart, 1913, S. 44.

Tabelle 1.

Versuche in Licht und in Dunkelheit.

Versuchsbeginn: 31. XII. 14, Versuchsschluß 20. 1. 15.

Temperatur: leicht schwankende Zimmertemperatur von ca. 16—19 °.

Zahl der Samen in jeder Schale: **100**.

Versuchs-Nr.	Belichtung	Substrat	Keimungen der einzelnen Schalen nach 10 Tagen		Keimungen der einzelnen Schalen nach 20 Tagen		Durchschnittl. Keimprozente am Versuchsschluß %
			a	b	a	b	
3722, 1 a, b	diff. Tageslicht	dest. Wasser	35	36	91	84	**87,5**
2 a, b	Dunkel	„ „	11	11	28	34	**31,0**
3 a, b	„	KNO_3 0,01 mol	25	29	70	75	**72,5**

In den folgenden, nunmehr nur in Dunkelheit durchgeführten Versuchen wurden außer KNO_3 eine ganze Reihe anderer Stoffe zur Untersuchung herangezogen. Da die Keimungstemperaturen in dem Versuch vom 2. II. etwas andere waren als in dem Versuch vom 23. II., so können die in den beiden Reihen erzielten Keimprozente in bezug auf ihre absolute Höhe nicht unmittelbar untereinander in Vergleich gesetzt werden. Wir dürfen vielmehr nur die Versuche jeder Reihe für sich vergleichen, wobei die Versuche auf destilliertem Wasser den Maßstab für die keimungsauslösende Wirkung der betr. untersuchten Stoffe abgeben.

Tabelle 2.

Versuche in Dunkelheit.

Versuchsbeginn: 2. II. 15. Versuchsschluß 22. II. 15.

Temperatur: leicht schwankende Zimmertemperatur von ca. 18—20 °.

Zahl der Samen in jeder Schale: **100**.

Versuchs-Nr.	Substrat	Keimungen der einzelnen Schalen nach 10 Tagen		Keimungen der einzelnen Schalen nach 20 Tagen		Durchschnittl. Keimprozente am Versuchsschluß %
		a	b	a	b	
3752, 1 a, b	dest. Wasser	40	44	47	52	**49,5**
2 a, b	KNO_3 0,01 mol	78	74	81	83	**82,0**
3 a, b	„ 0,05 „	69	73	82	89	**85,5**
3753, 1 a, b	NH_4Cl 0,01 „	81	25	43	42	**42,5**
2 a, b	Salzsäure 0,01 „	26	36	43	52	**48,5**
3 a, b	„ 0,05 „	40	22	42	27	**34,5**

Tabelle 3.

Versuche in Dunkelheit.

Versuchsbeginn: 23. II. 15, Versuchsschluß: 25. III. 15.

Temperatur: leicht schwankende Zimmertemperatur von ca. 15—17 °.

Zahl der Samen in jeder Schale: *100*.

Versuchs-Nr.	Substrat	Keimungen der einzelnen Schalen nach 10 Tagen		20 Tagen		30 Tagen		Durchschnittl. Keimprozente am Versuchsschluß %
		a	b	a	b	a	b	
3761, 1 a, b	dest. Wasser	3	1	18	28	19	29	**24,0**
2 a, b	$MgSO_4$ 0,01 mol	5	2	19	31	19	31	**25,0**
3 a, b	KH_2PO_4 „ „	0	0	22	19	23	20	**21,5**
4 a, b	$CaCl_2$ „ „	4	2	23	27	23	29	**26,0**
3762 1 a, b	KNO_2 „ „	11	14	74	72	79	74	**76,5**
2 a, b	$(NH_4)_2SO_4$ 0,01 mol	0	0	0	1	8	9	**8,5**
3 a, b	$NH_4.NaHPO_4$ 0,01 mol	5	10	45	49	48	53	**50,5**
4 a, b	Salpetersäure 0,01 mol	35	54	79	87	83	87	**85,0**
3763 1 a, b	$(NH_4)NO_3$ 0,01 mol	0	1	60	53	72	63	**67,5**
2 a, b	$Mg(NO_3)_2$ 0,01 mol	15	9	59	54	61	57	**59,0**
3 a, b	NaOH „ „	0	0	12	13	15	13	**14,0**
4 a, b	Salzsäure 0,01 mol	0	0	16	31	17	34	**25,5**

Aus den Versuchen der vorstehenden Tabellen ergibt sich eine keimungsauslösende Wirkung für folgende Stoffe: Salpetersäure, KNO_3, $Mg(NO_3)_2$, $(NH_4)NO_3$, KNO_2, $NH_4 \cdot NaHPO_4$. Keine keimungsauslösende Wirkung wurde beobachtet für: Salzsäure, NaOH, $MgSO_4$, KH_2PO_4, $CaCl_2$, ferner $(NH_4)_2SO_4$, NH_4Cl.

Damit ist die keimungsauslösende Wirkung der N-Verbindungen von neuem dargelegt; wenn $(NH_4)_2SO_4$ und NH_4Cl trotz ihres N-Gehaltes in den obigen Versuchen eine keimungsauslösende Wirkung nicht erkennen lassen, so ist dies wohl auf eine gleichzeitige Schädigungswirkung dieser Stoffe zurückzuführen, die eine etwa vorhandene keimungsauslösende Wirkung zu verdecken vermag, wie ich an anderer Stelle[1]) ausführlich zeigen konnte. Ganz unzweifelhaft ist dies für $(NH_4)_2SO_4$ der Fall, aber auch bei NH_4Cl 0,01 mol deutet die Verlangsamung der Keimgeschwindigkeit und die Herabdrückung der Keimprozente gegenüber destilliertem Wasser bereits auf eine gewisse Schädigungswirkung hin. Über die keimungsauslösende Wirkung der beiden eben genannten

1) GASSNER, l. c.

Ammonium-Salze können daher erst weitere Versuche die Entscheidung bringen.

Im übrigen zeigen die obigen Versuche in klarer Weise das Bestehen einer spezifischen keimungsauslösenden Wirkung der N-Verbindungen auf die Samen von *Hypericum perforatum*.

Versuche mit *Geum urbanum* L.[1])

Zu den Versuchen fanden die ganzen Früchte der bekannten charakteristischen Form Verwendung. Da dieselben ziemlich groß sind und infolge ihrer hakigen Form leicht aneinander hängen bleiben, wodurch die Ablesungen erschwert werden, so wurden, abgesehen von der ersten Versuchsreihe, in jede Petrischale jedesmal nur 50 Früchte ausgelegt.

Der erste Versuch wurde am 2. XII. 1914 angesetzt und ließ nur relativ geringe Keimprozente hervortreten, die allerdings genügten, um einerseits die keimungsauslösende Wirkung des in dieser Jahreszeit natürlich sehr schwachen Tageslichtes, andererseits die fördernde Wirkung eines N-Salzes erkennen zu können. Da die späteren Versuchsreihen ungleich höhere Keimprozente zeitigten, so scheinen die Nachreifeverhältnisse für *Geum* von besonderer Bedeutung zu sein.

Die drei mit *Geum* durchgeführten Versuchsreihen sind im folgenden als Tabelle 4—6 wiedergegeben.

Tabelle 4.

Versuche in Licht und Dunkelheit.

Versuchsbeginn: 2. XII. 14, Versuchsschluß: 1. I. 15.

Temperatur: leicht schwankende Zimmertemperatur von ca. 16—19°.

Zahl der Samen in jeder Schale: **100**.

Versuchs-Nr.	Belichtung	Substrat	Keimungen der einzelnen Schalen nach 10 Tagen		Keimungen nach 20 Tagen		Keimungen nach 30 Tagen		Durchschnittl. Keimprozente am Versuchsschluß %
			a	b	a	b	a	b	
3712, 1 a, b	diff. Tageslicht	dest. Wasser	0	0	2	1	5	4	**4,5**
2 a, b	Dunkel	„ „	0	0	0	0	0	0	**0**
3 a, b	„	KNO_3 0,01 mol	0	0	7	5	19	16	**17,5**

[1]) Das Versuchsmaterial stammte von wildwachsenden *Geum*pflanzen des gleichen Standorts. Da die Pflanzen zur Zeit des Einsammelns trocken waren, stieß die Bestimmung der Spezies auf Schwierigkeiten; es ist nicht ganz ausgeschlossen, daß es sich um eine Bastardform zwischen *Geum urbanum* und einer anderen *Geum*-Art handelt, was jedoch für die prinzipielle Beurteilung der durchgeführten Keimungsversuche gleichgültig ist.

Tabelle 5.

Versuch in Dunkelheit.

Versuchsbeginn: 2. II. 15, Versuchsschluß: 3. III. 15.

Temperatur: leicht schwankende Zimmertemperatur von ca. 18—20°.

Zahl der Samen in jeder Schale: **50**.

Versuchs-Nr.	Substrat	Keimungen der einzelnen Schalen nach 10 Tagen			20			29			Durchschnittl. Keimprozente am Versuchsschluß %
		a	b	c	a	b	c	a	b	c	
3728, 1 a, b, c	dest. Wasser	0	0	0	1	1	1	2	1	3	**4,0**
2 a, b, c	KNO_3 0,01 mol	1	3	4	18	27	35	26	37	36	**66,0**
3 a, b, c	„ 0,05 „	0	2	0	24	29	21	27	34	34	**63,3**
3729, 1 a, b, c	NH_4Cl 0,01 „	1	0	0	15	10	17	19	12	20	**34,0**
2 a, b, c	Salzsäure 0,01 mol	0	0	0	1	1	2	2	1	2	**3,3**
3 a, b, c	„ 0,05 „	0	0	0	0	0	1	1	0	1	**1,3**

Tabelle 6.

Versuch in Dunkelheit.

Versuchsbeginn: 23. II. 15, Versuchsschluß: 25. III. 15.

Temperatur: leicht schwankende Zimmertemperatur von ca. 15—17°.

Zahl der Samen in jeder Schale: **50**.

Versuchs-Nr.	Substrat	Keimungen der einzelnen Schalen nach 10 Tagen		20		30		Durchschnittl. Keimprozente am Versuchsschluß %
		a	b	a	b	a	b	
3759, 1 a, b	dest. Wasser	0	0	0	0	3	0	**3,0**
2 a, b	$MgSO_4$ 0,01 mol	0	0	0	0	0	0	**0**
3 a, b	KH_2PO_4 „ „	0	0	0	0	0	0	**0**
4 a, b	$CaCl_2$ „ „	0	0	0	0	0	1	**1,0**
3760, 1 a, b	KNO_2 „ „	0	0	18	29	34	48	**82,0**
2 a, b	$(NH_4)_2SO_4$ 0,01 mol	0	0	2	4	28	29	**57,0**
3 a, b	$NH_4.NaHPO_4$ 0,01 mol	0	0	1	2	2	5	**7,0**
4 a, b	Salpetersäure 0,01 mol	0	0	2	5	25	19	**44,0**

Was die Unzulässigkeit eines direkten Vergleiches der in den verschiedenen Tabellen enthaltenen Versuche unter einander an-

betrifft, sei auf die bei *Hypericum* gemachten Ausführungen und die in Betracht zu ziehenden Verschiedenheiten der Nachreife verwiesen. Wir müssen uns daher auch hier darauf beschränken, die Versuche jeder Tabelle für sich zu vergleichen.

Es ergibt sich dann folgendes:
keimungsauslösende Stoffe sind: Salpetersäure, KNO_3, KNO_2, NH_4Cl, $(NH_4)_2SO_4$, $NH_4 \cdot NaHPO_4$ (dieses sehr schwach)
nicht keimungsauslösend wirken: Salzsäure, $MgSO_4$, KH_2PO_4, $CaCl_2$.

Wir können also auch bei *Geum* eine überaus deutliche und ganz spezifische keimungsauslösende Wirkung der N-Verbindungen beobachten.

Versuche mit *Sinningia speciosa*.

Die Abhängigkeit der Samen von *Sinningia*, der „*Gloxinia*“ der Gärtner, ist durch die Arbeiten von FIGDOR[1]) bekannt geworden. Daß die Samen in ihrer Keimung in besonderem Maße auf Lichtwirkung angewiesen sind, konnte ich in meinen Versuchen bestätigt finden. Allerdings waren auch in Dunkelheit gewisse Keimungen zu beobachten; in dem Versuch vom 31. Dezember 6,5 pCt., in dem Versuch vom 23. Februar nur 4,5 pCt. Der erste Versuch war bei leicht schwankenden Zimmertemperaturen von 16—19 °, derjenige vom 23. II. bei konstant 24 ° im Thermostaten durchgeführt worden. Welche Bedeutung die Temperaturverhältnisse für die Keimung von *Gloxinia* haben, müssen erst weitere Versuche zeigen.

OTTENWÄLDER hat bereits versucht, bei *Gloxinia*-Samen die Lichtwirkung durch andere Mittel, insbesondere Anwendung von Säuren zu ersetzen; alle Versuche „die Samen anzustechen oder mit anderen Mitteln zu behandeln“, waren erfolglos; „es liegen hier noch ungeklärte Verhältnisse vor“.

Demgegenüber muß es von besonderem Interesse sein, daß diese, anderen Behandlungsweisen unzugänglichen Samen von *Gloxinia* außer durch Lichtwirkung durch Auslegen der Samen auf Lösungen von N-Verbindungen zur Keimung gebracht werden können, worüber die folgenden Tabellen berichten.

1) FIGDOR, Über den Einfluß des Lichtes auf die Keimung der Samen einiger Gesneriaceen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 25, 1907, S. 582—585.

Tabelle 7.

Versuche in Licht und in Dunkelheit.

Versuchsbeginn: 31. XII. 14, Versuchsschluß: 9. II. 15.

Temperatur: leicht schwankende Zimmertemperatur von ca. 16—19 °.

Zahl der Samen in jeder Schale: **100**.

Versuchs-Nr.	Belichtung	Substrat	Keimungen der einzelnen Schalen nach 10 Tagen		20		30		40		Durchschnittl. Keimprozente am Versuchsschluß %
			a	b	a	b	a	b	a	h	
3724, 1a, b	diffuses Tageslicht	dest. Wasser	0	0	18	10	44	36	56	50	**53,0**
2a, b	Dunkel	„ „	0	0	2	5	4	5	6	8	**6,5**
3a, b	„	KNO_3 0,01 mol	1	0	5	7	34	24	49	38	**43,5**

Tabelle 8.

Versuche in Dunkelheit.

Versuchsbeginn: 23. II. 15, Versuchsschluß: 4. IV. 15.

Temperatur: konstant 24 ° (vom 1. IV. ab 28 °).

Zahl der Samen in jeder Schale: **100**.

Versuchs-Nr.	Substrat	Keimungen der einzelnen Schalen nach 10 Tagen		20		30		40		Durchschnittl. Keimprozente am Versuchsschluß %
		a	b	a	b	a	b	a	b	
3764, 1a, h	dest. Wasser	0	0	5	2	6	2	6	3	**4,5**
2a, b	$MgSO_4$ 0,01 mol	0	0	3	2	3	2	3	2	**2,5**
3a, b	KH_2PO_4 „ „	0	1	3	1	3	3	3	4	**3,5**
4a, b	$CaCl_2$ „ „	0	0	3	2	3	2	3	2	**2,5**
3765, 1a, b	KNO_2 „ „	0	0	22	22	23	29	26	32	**29,0**
2a, b	$(NH_4)_2SO_4$ „ „	0	0	23	18	26	21	26	21	**23,5**
3a, b	$NH_4.NaHPO_4$ „ „	0	0	26	25	26	25	26	26	**26,0**
4a, b	Salpetersäure „ „	3	2	42	41	42	49	43	49	**46,0**
3766, 1a, b	$(NH_4)NO_3$ „ „	2	0	29	25	29	27	34	27	**30,5**
2a, b	$Mg(NO_3)_2$ „ „	3	2	30	32	34	33	37	36	**36,5**
3a, b	NaOH „ „	0	1	5	3	5	3	5	3	**4,0**
4a, b	Salzsäure „ „	0	0	1	2	2	2	3	2	**2,5**

Keimungsauslösende Stoffe sind: Salpetersäure, KNO_3, $Mg(NO_3)_2$, $(NH_4)NO_3$, KNO_2, $(NH_4)_2SO_4$, $NH_4 \cdot NaHPO_4$.

Nicht keimungsauslösend wirken dagegen: Salzsäure, NaOH, $MgSO_4$, KH_2PO_4, $CaCl_2$.

Damit ist also auch für *Gloxinia* die spezifische keimungsauslösende Wirkung der N-Verbindungen festgestellt.

Hypericum perforatum, *Geum urbanum* und *Gloxinia hybrida* stellen also drei neue Pflanzen dar, deren Samenkeimung einerseits durch das Licht, andererseits durch N-Verbindungen gefördert wird. Rechnen wir dazu noch die von mir früher ausführlicher untersuchten Fälle: *Ranunculus sceleratus*, *Oenothera biennis*, *Chloris ciliata*, so ist also die keimungslösende Wirkung der N-Verbindungen bisher für Vertreter der folgenden Pflanzenfamilien mit Sicherheit festgestellt: Ranunculaceae, Guttiferae, Rosaceae, Oenotheraceae, Gesneriaceae, Gramineae.

Es sind also Vertreter sehr verschiedener Familien, an denen in prinzipiell gleicher Weise einerseits eine keimungsauslösende Wirkung des Lichtes, andererseits ein Ersatz der Lichtwirkung durch N-Verbindungen beobachtet werden kann. Es dürfte im Hinblick auf die verschiedenartige systematische Stellung der bisher gefundenen Pflanzen des beschriebenen Typus kaum ein Zweifel sein, daß die Erscheinung der keimungsauslösenden Wirkung der N-Verbindungen noch ungleich weiter verbreitet ist.

Wenn auch die keimungsauslösende Wirkung der N-Verbindungen bei den genannten Samen prinzipiell die gleiche ist, so machen sich andererseits gewisse Unterschiede zwischen den einzelnen N-Verbindungen und ihrer Wirkung auf die verschiedenen Samen bemerkbar. Es geht das auch schon zum Teil aus meinen früher mitgeteilten Versuchen an *Ranunculus*, *Oenothera* und *Chloris* hervor; die im obigen zusammengestellten Versuchsreihen enthalten weiteres Material in dieser Richtung. So wirkt z. B. auf *Gloxinia* Salpetersäure in ganz besonderem Maße keimungsauslösend und sichtlich stärker als Nitrate und Ammonium-Salze; ähnliches gilt für *Hypericum*, während bei *Geum* die Wirkung der Salpetersäure diejenige von KNO_2 uud auch bestimmter Ammoniumsalze nicht erreicht. Von besonderem Interesse sind ferner die verschiedenen Ammoniumsalze; so wirken auf *Gloxinia* Ammoniumsulfat und Ammoniumnatriumphosphat annähernd gleich keimungsauslösend, auf *Geum* wirkt Ammoniumsulfat stark keimungsauslösend, Ammoniumnatriumphosphat sehr schwach, *Hypericum* wird durch Ammoniumnatriumphosphat stärker gefördert, während Ammoniumsulfat eine keimungsauslösende Wirkung bei der gleichen Konzentration nicht erkennen läßt, sondern nur eine starke Schädigungswirkung. Diese Gegenüberstellung zeigt, daß es nicht möglich ist, die verschiedenen N-Verbindungen entsprechend ihrer Wirksamkeit in einer für alle Samen in gleicher Weiser gültigen Reihenfolge einzuordnen, daß vielmehr bei der einen Samenart der Stickstoff besser in dieser, bei einer anderen in einer anderen Form zur

Einwirkung gebracht wird; wichtig aber ist und bleibt die Tatsache, daß es in den angegebenen Fällen jedesmal das Element N ist, daß in irgend einer Form den Samen geboten werden muß, um die Lichtwirkung zu ersetzen.

Einige Samen, die eine keimungsauslösende Wirkung von N-Verbindungen nicht erkennen lassen.

An zweiter Stelle seien die Versuche mit denjenigen Samen angeführt, bei denen eine keimungsauslösende Wirkung von N-Verbindungen nicht feststellbar war. Als N-Salz kam jedesmal eine KNO_3-Lösung meist in 0,05 Molekularkonzentration zur Anwendung, d. h. eine Lösung, die bei allen früher untersuchten Samen, welche durch N-Verdindungen in der Keimung gefördert werden, stets keimungsauslösend wirkte.

Die Versuche sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Die untersuchten Samen lassen sich in 3 Gruppen teilen:

1. Samen mit schädigender Wirkung des Lichtes, sei es, daß sich diese in einer Herabdrückung der Keimprozente, sei es nur in einer Heraufsetzung der durchschnittlichen Keimgeschwindigkeit bemerkbar macht. Hierher gehören: *Silene gallica, Nigella sativa, N. damascena, Clarkia elegans, C. pulchella, Phacelia tanacetifolia, Centranthus macrosiphon.*

2. Samen mit indifferenter Lichtwirkung: *Nicotiana tabacum. Digitalis lutea, Scrophularia nodosa (?).*

3. Samen mit keimungsauslösender Wirkung des Lichtes, sei es, daß diese in einer Heraufsetzung der Keimprozente, sei es nur in einer Verbesserung der Keimgeschwindigkeit besteht: *Lythrum Salicaria, Scrophularia nodosa (?), Verbascum Thapsus, Gentiana cruciata.*

Bei keinem der vorstehenden Samen ließ sich eine fördernde Wirkung der KNO_3-Lösung beobachten, an ihrer Stelle vielmehr eine Herabdrückung der Keimprozente oder doch Heraufsetzung, also Verschlechterung der durchschnittlichen Keimgeschwindigkeit. Da nach den Feststellungen des vorigen Abschnittes die keimungsauslösende Wirkung der N-Verbindungen an solchen Samen zu beobachten war, die auch durch Licht in der Keimung gefördert werden, so kann das Versagen der N-Verbindungen bei Samen mit Schädigungswirkung des Lichtes und indifferenter Lichtwirkung kaum überraschen. Wohl dagegen muß es auffallen, daß auch einige Samen, die durch Licht in der Keimung deutlich gefördert werden, es sind das *Lythrum Salicaria, Scrophularia nodosa (?), Verbascum Thapsus* und *Gentiana cruciata*, eine keimungsauslösende N-Wirkung nicht erkennen lassen. Für einige dieser Samen ist

Tabelle 9.

Versuche in Licht und Dunkelheit mit verschiedenen Samen.
Temperatur: leicht schwankende Zimmertemperatur von 16—19°.
Samen auf Fließpapier mit dest. Wasser bzw. KNO_3-Lösung.
Zahl der Samen in jeder Schale: **100**.

Versuchs-Nr.	Versuchspflanze	Versuchsbeginu	Versuchsschluß	Belichtung	Substrat	Keimprozente der einzelnen Schalen		Keimprozente im Durchschnitt	Beginn der Keimung Tage	Durchschnittliche Keimgeschwindigkeit Tage
3710, 1 a, b	*Silene gallica*	1. XII.	15. XII.	diff. Tageslicht	dest. Wasser	74	82	**78,0**	2	3 62
2 a, b		„	„	Dunkel	„ „	94	96	**90,0**	2	3,09
3 a, b		„	„	„	KNO_3 0,01 mol	83	87	**85,0**	2	3,48
3734, 1 a, b	*Nigella sativa*	10. 1.	24. 1.	diff. Tageslicht	dest. Wasser	15	12	**13,5**	5	5,96
2 a, b		„	„	Dunkel	„ „	58	56	**57,0**	4	5,48
3 a, b		„	„	„	KNO_3 0,05 mol	54	55	**54,5**	4	6,62
3735, 1 a, b	*Nigella damascena*	„	„	diff. Tageslicht	dest. Wasser	73	80	**76,5**	3	3.88
2 a, b		„	„	Dunkel	„ „	94	94	**94.0**	2	3,18
3 a, b		„	„	„	KNO_3 0,05 mol	95	98	**96,5**	3	3,46
3715, 1 a, b	*Lythrum Salicaria*[1])	18. XII.	27. XII.	diff. Tageslicht	dest. Wasser	36	32	**34,0**	4	6,47
2 a, b		„	„	Dunkel	„ „	2	4	**3,0**	4	7,50
3 a, b		„	„	„	KNO_3 0.05 mol	1	2	**1,5**	6	7,33
3732, 1 a, b	*Lythrum Salicaria*[2])	10. I.	24. I.	diff Tageslicht	dest. Wasser	5	8	**6,5**	3	5,46
2 a, b		„	„	Dunkel	„ „	2	1	**1,5**	5	7,67
3 a, b		„	„	„	KNO_3 0,05 mol	1	2	**1,5**	7	7,67
3717, 1 a, b	*Clarkia elegans*	13. XII.	27. XII.	diff. Tageslicht	dest. Wasser	91	96	**93,5**	2	2.64
2 a, b		„	„	Dunkel	„ „	91	97	**94,0**	2	2,32
3 a, b		„	„	„	KNO_3 0,05 mol	79	59	**69,0**	2	3,44

1) Ernte Hamburg 1913.
2) Material von HAAGE u. SCHMIDT

Versuchs-Nr.	Versuchspflanze	Versuchsbeginn	Versuchsschluß	Belichtung	Substrat	Keimprozente der einzelnen Schalen		Keimprozente im Durchschnitt	Beginn der Keimun Tage	schnittliche Keimgeschwindigkeit Tage
3727, 1 a, b	*Clarkia pulchella*	31. XII.	11 I.	diff. Tageslicht	dest. Wasser	94	96	**95,0**	2	2,91
2 a, b		„	„	Dunkel	„ „	98	97	**97,5**	2	2,57
3 a, b		„	„	„	KNO_3 0,05 mol	96	90	**93,0**	2	3,84
3719, 1 a, b	*Phacelia tanacetifolia*[1])	„	„	diff. Tageslicht	dest. Wasser	49	48	**48,5**	1	4,51
2 a, b		„	„	Dunkel	„ „	69	69	**69,0**	1	2,80
3 a, b		„	„	„	KNO_3 0,05 mol	55	49	**52,0**	1	3,97
3736, 1 a, b	*Phacelia tanacetifolia*[2])	10. I.	20. I	diff. Tageslicht	dest. Wasser	44	45	**44,5**	1	2,39
2 a, b		„	„	Dunkel	„ „	69	73	**71,0**	1	1,81
3 a, b		„	„	„	KNO_3 0.05 mol	79	66	**72,5**	1	2.18
3781, 1 a, b	*Nicotiana Tabacum*	„	„	diff Tageslicht	dest. Wasser	80	81	**80,5**	2	3,43
2 a, b		„	„	Dunkel	„ „	85	76	**80,5**	2	3,26
3 a, b		„	„	„	KNO_3 0,05 mol	79	77	**78,0**	2	3,42
3725, 1 a, b	*Digitalis lutea*	31. XII.	„	diff. Tageslicht	dest. Wasser	82	86	**84,0**	7	8,37
2 a, b		„	„	Dunkel	„ „	79	81	**80,0**	7	8,85
3 a, b		„	„	„	KNO_3 0,05 mol	80	81	**80,5**	8	9,46
3787, 1 a, b	*Scrophularia nodosa*	10. I.	30. I.	diff. Tageslicht	dest. Wasser	60	71	**65,5**	5	10,26
2 a, b		„	„	Dunkel	„ „	52	66	**59,0**	5	10,24
3 a, b		„	„	„	KNO_3 0.05 mol	50	53	**51,5**	7	12,08
3733, 1 a, b	*Verbascum Thapsus*	„	„	diff. Tageslicht	dest. Wasser	50	48	**49,0**	5	7,28
2 a, b		„	„	Dunkel	„ „	35	52	**43,5**	5	9,87
3 a, b		„	„	„	KNO_3 0,05 mol	37	39	**38,0**	7	9,62
3789, 1 a, b	*Gentiana cruciata*	„	„	diff. Tageslicht	dest. Wasser	88	92	**90,0**	7	10,97
2 a, b		„	„	Dunkel	„ „	71	83	**77,0**	6	11,78
3 a, b		„	„	„	KNO_3 0,05 mol	76	76	**76,0**	7	12,40
3718, 1 a, b	*Centranthus macrosiphon*	31. XII.	11. I.	diff. Tageslicht	dest Wasser	76	76	**76,0**	3	3,76
2 a, b		„	„	Dunkel	„ „	85	79	**82,0**	2	3,25
3 a, b		„	„	„	KNO_3 0,05 mol	78	86	**82,0**	3	3,45

1) Ernte Rostock 1914.
2) Material von HAAGE u. SCHMIDT.

andererseits von LEHMANN und OTTENWÄLDER[1]) eine keimungsauslösende Wirkung durch Säuren beobachtet worden; danach scheint es in der Tat, als ob wir unter den lichtempfindlichen Samen zwei verschiedene Gruppen auseinander halten müssen: den „Säuretypus“ (*Lythrum, Scrophularia, Verbascum, Epilobium*) und den „N-Typus“ (*Ranunculus, Oenothera, Chloris, Hypericum, Geum, Gloxinia*).

Einige Versuche mit zweifelhaften und einander widersprechenden Ergebnissen.

An die beiden vorigen Abschnitte sei im folgenden die kurze Erwähnung einiger Versuche mit *Epilobium*-Arten angeschlossen, die nicht zu eindeutigen Ergebnissen führten und deshalb einer Nachprüfung bedürftig erscheinen. Die untersuchten *Epilobium*-Arten, es handelt sich um *Epilobium hirsutum* und *E. roseum*, ließen in einigen Fällen eine gewisse Förderung durch Stickstoffsalze erkennen, in anderen dagegen merkwürdigerweise nicht. Die Temperaturverhältnisse in diesen widersprechenden Versuchsreihen waren allerdings verschieden; jedoch gestatten die bisherigen Versuche noch keine eindeutigen Schlüsse über die Rolle, welche die Temperaturverschiedenheiten gespielt haben. Ich möchte daher die Wiedergabe der Versuche mit *Epilobium* erst nach einer nochmaligen Wiederholung dieser Versuche vornehmen und hier nur bemerken, daß mit der Möglichkeit einer keimungsauslösenden Wirkung der N-Verbindungen auf *Epilobium*-Samen gerechnet werden muß.

Weitere Versuche sind also nötig. Immerhin können wir auf Grund der obigen Feststellungen das eine bereits mit Bestimmtheit sagen, daß die keimungsauslösende Wirkung der N-Verbindungen auf lichtempfindliche Samen eine im Pflanzenreich weit verbreitete Erscheinung sein muß. Zu den von mir früher festgestellten Samen des „N-Typus“, wie ich ihn genannt habe, *Ranunculus, Oenothera, Chloris* sind im obigen *Hypericum, Geum* und *Gloxinia* als neue Repräsentanten hinzugekommen. Es wird Aufgabe der kommenden Jahre sein, die Verbreitung dieses Keimungstypus im einzelnen festzulegen, insbesondere auch festzustellen, ob Übergänge zu dem von LEHMANN und OTTENWÄLDER gefundenen Typus, der im obigen als „Säure-Typus“ bezeichnet ist, vorliegen.

Rostock i. M., Botanisches Institut der Universität.

---

1) LEHMANN und OTTENWÄLDER, l. c.

23. A. Schulz: Über eine Emmerform aus Persien und einige andere Emmerformen.

(Mit Tafel VI.)

(Eingegangen am 21. April 1915.)

Der Emmer, *Triticum dicoccum* Schrank (erweitert), ist eine Kulturformengruppe[1]) von *Tr. dicoccoides* (Körnicke, als Varietät von *Tr. vulgare* Villars[2]). Von dieser Art sind zurzeit zwei, wenig voneinander abweichende Varietäten bekannt[3]), von denen die eine, die var. *Kotschyana* Schulz — von TH. KOTSCHY und A. AARONSOHN — in Syrien (im Hermon und in mehreren Gegenden südlich davon[4]), die andere, die var. *Straussiana* Schulz — von TH. STRAUSS — im westlichen Persien (im Noa-Kuh[5]) bei der an der Karawanenstraße Kirmanschah[6])-Bagdad gelegenen Stadt Kerind) beobachtet worden ist. Wahrscheinlich wächst oder wuchs früher — doch noch zu der Zeit, wo seine Kultur als Getreide begann — *Triticum dicoccoides* auch zwischen dem Hermon und dem Noa-Kuh, sowie weiter im Norden, vielleicht sogar noch in Kleinasien.

---

1) Vergl. hierzu SCHULZ, Die Geschichte des Weizens, Zeitschrift f. Naturwissenschaften, Bd. 83 (1911) S. 1 u. f. (12 u. f.), und Ders., Die Geschichte der kultivierten Getreide, Bd. 1 (Halle 1913) S. 9 u. f.

2) Vergl. KÖRNICKE, Bericht über den Zustand und die Tätigkeit der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde [in Bonn] während des Jahres 1888 (1889) S. 21 (Sitzung vom 11. März 1889).

3) Vergl. SCHULZ, Über eine neue spontane Eutriticumform: Triticum dicoccoides Kcke. forma Straussiana, diese Berichte Bd. 31 (1913) S. 226—230, nebst Tafel X.

4) Vergl. SCHWEINFURTH, Über die von A. Aaronsohn ausgeführten Nachforschungen nach dem wilden Emmer (Triticum dicoccoides Kcke.), Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. 26a (1908) S. 309 u. f., sowie AARONSOHN, Über die in Palästina und Syrien wildwachsend aufgefundenen Getreidearten, Verhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, Bd. 59, 1909 (1910) S. 485 u. f.

5) Der Noa-Kuh ist ein südlich von der Stadt Kerind gelegenes, sich bis 2400 m erhebendes Gebirge; vergl. STRAUSS, Eine Reise im westlichen Persien, Petermanns Mitteilungen, 57. Jahrg. (1911) 1. Halbb. S. 65—70 (68—69) und Taf. 12.

6) = Kirmanschahan, Kermanschah.

Die von ihm abstammende Kulturformengruppe *Triticum dicoccum*, der Emmer, war wohl eine Zeitlang das einzige Weizengetreide des südlicheren Vorderasiens. Später ist der Emmer hier aber mehr und mehr von aus — heute nicht mehr bestehenden — Formen von ihm hervorgegangenen Nacktweizen[1]), sowie den Nacktweizen der Dinkelreihe[2]) verdrängt worden.

Wie vor kurzem HROZNÝ eingehend dargelegt hat[3]) war der Emmer im alten Babylonien von der Zeit, aus der die ältesten keilschriftlichen Urkunden stammen, also vom Anfang des vierten Jahrtausends vor Christi Geburt[4]) ab, bis zum Beginn der persischen Herrschaft über Babylonien nach der Saatgerste das wichtigste Getreide. Erst unter den persischen Königen beginnt der Nacktweizen dem Emmer seine frühere hervorragende Stellung streitig zu machen, und in der Folgezeit wird der Emmer hauptsächlich

1) Vergl. SCHULZ, Geschichte der kultivierten Getreide, S. 21—22.

2) Die Nacktweizen der Dinkelreihe sind hervorgegangen aus — heute nicht mehr bestehenden — Formen der Spelzweizenformengruppe *Triticum Spelta* L., das wahrscheinlich im nördlicheren Teile Vorderasiens, nördlich von der Linie Hermon-Noa-Kuh, aus seiner — noch nicht bekannten, aber wahrscheinlich noch heute bestehenden — Stammform in der Kultur entstanden ist Diese Stammform, die zweifellos erheblich von *Tr. dicoccoides* abweicht und nicht, was VON TSCHERMAK (Die Verwertung der Bastardierung für phylogenetische Fragen in der Getreidegruppe, Zeitschrift für Pflanzenzüchtung, Bd. 2 [1914] S. 291 u. f. [298]) für möglich hält, eine Elementarform von *Tr. dicoccoides* ist — aus den bedeutenden Unterschieden zwischen *Tr. Spelta* und *Tr. dicoccum* läßt sich mit Bestimmtheit hierauf schließen —, zerfällt wohl wie *Tr. dicoccoides* in eine Anzahl wenig voneinander abweichender Varietäten. Wahrscheinlich sind auch die beiden von *Triticum Spelta* abstammenden alten Nacktweizenformengruppen *Triticum vulgare* Vill. und *Tr. compactum* Host im nördlicheren Vorderasien entstanden. Wann sie im südlicheren Vorderasien sich ausgebreitet und hier zur Verdrängung des Emmers beigetragen haben, läßt sich noch nicht beurteilen, da erst sehr wenige der im südlicheren Vorderasien gefundenen aus dem Altertum stammenden Nacktweizenreste wissenschaftlich untersucht worden sind — sie sind nach HROZNÝs Angabe für Reste von *Tr. turgidum* L. erklärt worden —, die wissenschaftlich untersuchten altägyptischen Nacktweizenreste aber sehr verschieden bestimmt worden sind: FR. KÖRNICKE hielt den von ihm gesehenen „ägyptischen Mumienweizen" für *Tr. vulgare*, nach BUSCHAN gehören die von ihm untersuchten Weizenfrüchte teils zu *Tr. vulgare*, teils zu *Tr. compactum globiforme* Buschan, SCHWEINFURTH dagegen gibt nur das Vorkommen von *Tr. turgidum* L. und *Tr. durum* Desf. im alten Ägypten an.

3) HROZNÝ, Das Getreide im alten Babylonien. Ein Beitrag zur Kultur- und Wirtschaftsgeschichte des alten Orients. Sitzungsberichte d. Kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. Philosophisch Historische Klasse. Bd. 173, Abhandlung 1 (Wien 1914).

4) HROZNÝ, a. a. O. S. 91, Anm. 3.

unter griechischem und persischem Einfluß zur völligen Bedeutungslosigkeit verurteilt. Doch wurde er noch am Anfang des zehnten Jahrhunderts n. Chr. im Euphrat-Tigrisgebiete, wenn auch wohl nur in ganz geringem Umfange, — von Kurden — angebaut[1]). In der im Osten an das alte Babylonien angrenzenden persischen Provinz Luristan[2]) ist der Emmer sogar noch in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts als landwirtschaftliche Kulturpflanze der Kurden (Bachtijaren) beobachtet worden. Im westlichen Vorderasien wurde der Emmer[3]) im ersten Jahrhundert v. Chr. und in den beiden ersten Jahrhunderten n. Chr. in Kleinasien — strichweise offenbar recht viel —, Cilicien, Syrien und im südlicheren Arabien kultiviert. In Südarabien bestand der Anbau des Emmers *auch noch im zwölften Jahrhundert n. Chr., und selbst gegenwärtig* wird dieses Getreide hier noch ganz vereinzelt angebaut[4]).

Aus Südarabien[5]) und Luristan sind Emmerähren nach Europa gelangt. In Luristan hat HAUSSKNECHT im Juli 1868 „in planit. Tschagachor Bachtiari“ ein Emmerindividuum mit mehreren reifen Ähren gesammelt[6]), das sich im Herbarium HAUSSKNECHT in Weimar befindet.[7]) Es hat FR. KÖRNICKE vorgelegen und ist von ihm — wohl auf Grund der hellen Farbe seiner Ähren — als *Triticum dicoccum farrum* Bayle-Barelle bestimmt worden. Es kann jedoch nicht zu dieser Form gerechnet werden, wenn sie nicht einen ganz unnatürlichen Umfang erhalten soll.[8]) Das eigentliche *Tr. dicoccum*

1) HROZNÝ, a. a O. S. 92—94.

2) Auch in Persien scheint der Emmer im Altertum eins der wichtigsten Getreide gewesen zu sein; vergl. HROZNÝ, a. a. O. S. 15.

3) Nach PLINIUS, Natur. histor. lib. XVIII, 81 (ed. Jan-Mayhoff), STRABON, Geographica c. 781 (ed. Meineke), GALENOS, De *alimentorum facultatibus* lib. I, 13 (ed. Kühn, S. 517—518), VOGELSTEIN, Die Landwirtschaft in Palästina zur Zeit der Mišnâh, I. Teil, Der Getreidebau (Berlin 1894) S. 45.

4) Vergl. HROZNÝ, a. a. O. S. 39—40.

5) Sie sind von FR. KÖRNICKE bestimmt worden; vergl. HROZNÝ a. a. O. Seite 39.

6) Vergl. auch SCHWEINFURTH, Über die Bedeutung der „Kulturgeschichte“, Englers Jahrbücher Bd. 45 (1911) Beiblatt Nr. 103, S. 28—38 (32).

7) Es ist mir von dem Custos des Herbariums HAUSSKNECHT, Herrn J. BORNMÜLLER, in liebenswürdiger Weise zur Bearbeitung anvertraut worden, wofür ich ihm auch an dieser Stelle herzlich danke.

8) Auch in seinem Werke über Die Arten und Varietäten des Getreides (Berlin 1885) zieht er (S. 87—88) zu *farrum* eine Form, die nicht dazu gehört, *sondern als Unterform einer* selbständigen Form angesehen werden muß, die ich als form. *serbica* bezeichnen will; vergl. S. 240 der vorliegenden Abhandlung.

farrum ist außer durch — oft blendend[1]) — weiße oder grauweiße Farbe der reifen Ähre dadurch charakterisiert, daß der Kiel seiner Hüllspelze ungefähr gleichmäßig bis zur Spitze des Kielzahnes gekrümmt ist oder doch dicht unter der Basis des Kielzahnes nur ganz unbedeutend ausgebuchtet ist, sodaß die Spitze des Kielzahnes in der Regel oberhalb des zwar sehr kurzen, aber meist kräftigen Vorderzahnes der Hüllspelze, in den ein meist kräftiger, oft leistenartiger Nerv ausläuft, steht oder sogar über ihn hinwegragt.[1]) Der von HAUSSKNECHT in Luristan gesammelte Emmer hat dagegen eine gelblich-weiße Ährenfarbe und Hüllspelzen, deren Kiel unmittelbar unterhalb seines Zahnes deutlich ausgebuchtet ist, sodaß der Zahn einer Anzahl der Hüllspelzen nach rückwärts, also von dem Zahne der Vorderseite, der ebenso wie die in ihn auslaufenden Nerven oft sehr schwach ausgebildet ist, fort, gerichtet ist.[2]) Der luristanische Emmer ist in der Ausbildung der Hüllspelzen[3]) *Tr. dicoccoides Straussianum* recht ähnlich[4], doch ist dessen Kielzahn meist länger und spitzer. Trotz dieses Unterschiedes halte ich es für möglich, daß *Tr. dicoccoides Straussianum* die Stammform der luristanischen Kulturform ist, die ich zu Ehren des Sammlers als *Tr. dicoccum* form. *Hausskneehtiana* bezeichnen möchte. Der Noa-Kuh liegt unmittelbar an der Nordgrenze Luristans. Es ist aber recht wahrscheinlich, daß *Tr. dicoccoides Straussianum* weiter verbreitet ist oder früher weiter verbreitet war; *Tr. dicoccum Hausskneehtianum* kann aus ihm also auch in einer anderen Gegend gezüchtet worden sein. Doch kann dieses auch von einer anderen, wenig von *Tr. dicoccoides Straussianum* abweichenden Varietät von *Tr. dicoccoides* abstammen.

Tr. dicoccum farrum steht dagegen hinsichtlich der Gestalt der Hüllspelzen dem *Tr. dicoccoides Kotschyanum* nahe. Der Kiel dieser

1) Ich halte es für recht wahrscheinlich, daß von den vier zu COLUMELLAS Zeit (im ersten Jahrhundert n. Chr.) in Italien am meisten angebauten Emmerformen das far clusinum candoris nitidi und das far vennuculum candidum zu *Tr. dicoccum farrum* gehören; vergl. COLUMELLA, De re rustica lib. II, 6, 3 (ed. Gesner).

2) Vergl. die Abbildungen der Ähre von *Tr. dicoccum farrum* Taf. VI Fig. 1.

3) Vergl die Abbildung der Ähre von *Tr. dicoccum Hausskneehtianum* Taf. VI Fig. 2.

4) Vergl. die Abbildung der Ähre von *Tr. dicoccoides Straussianum* Taf. VI Fig. 3, sowie SCHULZ, Über eine neue spontane Eutriticumform, a. a. O. Taf. X, Fig. 3.

Varietät[1]) ist entweder bis zur Spitze seines Zahnes ungefähr gleichmäßig gekrümmt oder sein Zahn ist etwas stärker als die untere Partie des Kieles gekrümmt oder dieser ist sogar unmittelbar unter der Zahnbasis kaum merklich ausgebuchtet. Der innere Rand des Kielzahnes pflegt jedoch nicht wie bei *Tr. diccoccum farrum* konkav gekrümmt, sondern gerade zu sein, und sich ungefähr in der Längsrichtung der Hüllspelze zu befinden. Da aber an manchen Hüllspelzen die Spitze des Kielzahnes etwas vorgezogen ist, so steht sie doch manchmal oberhalb des zwar sehr kurzen, aber vielfach recht kräftigen Vorderzahnes, in den ein recht kräftiger Nerv ausläuft, oder ragt sogar ein wenig über ihn hinaus.[2]) Trotz dieser Ähnlichkeit möchte ich jedoch nicht bestimmt behaupten, daß *Tr. dicoccum farrum* von *Tr. dicoccoides Kotschyanum* abstamme. Vielleicht besteht oder bestand früher noch eine andere, *Tr. dicoccum farrum* noch näher stehende Varietät von *Tr. dicoccoides*, von der jenes abstammt.

Leider ist nicht bekannt, wie der Emmer aussah, der in Vorderasien in der prähistorischen Zeit und im historischen Altertum angebaut worden ist. Aus diesen Zeiten stammende Emmerreste scheinen in Vorderasien noch nicht nachgewiesen worden zu sein.[3]) Dagegen sind in neuerer Zeit in Ägypten zahlreiche, hauptsächlich aus der Zeit des sogenannten Mittleren Reiches stammende Emmerreste aufgefunden worden. So im Jahre 1903 bei den Ausgrabungen bei Abusir. Hier sind „gegerbte" Emmervesen und Bruchstücke davon gefunden worden, die aus der Zeit des Mittleren Reiches (um 2000 v. Chr.) stammen. „Zwei Gräber aus dieser Zeit, die in den Fundamenten des damals schon verfallenen Totentempels des Königs Ne-woser-re (Dynastie V, um 2400 v. Chr.) angelegt waren und bis zu ihrer Eröffnung durch Dr. BORCHARDT unberührt blieben, wurden mit dieser Emmerspreu [d. h. „gegerbten" Emmervesen und Bruchstücken davon] angefüllt gefunden. Die *Annahme der späteren Benutzung der Grabkammern*, etwa als Speicher, ist nach den Fundumständen ausgeschlossen." Von diesen gegerbten Emmervesen hat die Deutsche Orientgesellschaft dem Herbarium Haussknecht eine Anzahl überreicht. Diese

1) Vergl. die Abbildung der Ähre von *Tr. dicoccoides* var. *Kotschyana* Taf. VI Fig. 4.

2) Manche Hüllspelzen von *Tr. dicoccoides Straussianum* gleichen vollständig Hüllspelzen von *Tr. dicoccum farrum*.

3) Vergl. HROZNÝ, a. a. O. vorzüglich S 48—49.

habe ich untersuchen können. Die Vesen[1]) sind glänzend braun.[2]) Nur in seltenen Fällen haften an den Achsengliedern in der Mitte ihrer Außenseite und an ihren Kanten unmittelbar unter der Insertion der Ährchen Büschel von braunen Haaren. Meist sind die Achsenglieder ganz kahl. Die Spelzen sind beim Gerben meist mehr oder weniger beschädigt. An den unbeschädigten Hüllspelzen ist der Kiel unterhalb seines Zahnes schwach ausgebuchtet. Der dreieckige Kielzahn steht gewöhnlich gerade aufrecht; seine Spitze ist infolgedessen recht weit von dem ungleich großen Zahne der Vorderseite der Spelze entfernt. Der in diesen auslaufende Nerv — meist der kräftigste der Spelze — ist ebenso wie der Kiel mit kurzen, manchmal perlartigen Zähnen besetzt. Die Deckspelzen waren wahrscheinlich sämtlich begrannt. Die Grannen sind aber in den meisten Fällen schon beim Drusch auf der Tenne, bei dem die Ähren in ihre einzelnen Vesen zerlegt wurden, oder beim Gerben vollständig von den Deckspelzen abgebrochen. In der Spreu fanden sich nur wenige — zum Teil noch an den Spelzen haftende — bis 1 cm lange Grannenbruchstücke. Da in allen Fällen, wo die Spitze der Deckspelze vorhanden ist, diese eine kräftige Grannenbasis trägt, so darf man wohl annehmen, daß alle Deckspelzen Grannen trugen. Diese hatten wohl ungefähr die Stärke und die Querschnittform — und vielleicht auch die Länge — der Grannen von *Tr. dicoccum Haussknechtianum.*

Dieser ägyptische Emmer, der wahrscheinlich der rote Emmer der ägyptischen Literatur ist[3]), gehört nicht zu der Form, die heute unter dem Namen Ägyptischer Emmer, *Triticum dicoccum*

1) Zwischen den Vesen befand sich auch eine mehrere Centimeter lange Halmspitze, die mit Mark gefüllt war.

2) Sie sind vor dem Gerben, doch nur schwach, geröstet und haben hierdurch, und wohl auch durch das lange Lagern, eine dunklere Farbe erhalten. Wahrscheinlich hatten sie frisch eine Färbung wie kräftig ausgefärbte reife Vesen von *Triticum dicoccum rufum* Schübler oder *Tr. monococcum Hornemanni* Clem. in Thüringen. Wären sie vor dem Gerben stärker geröstet worden, so würden sie viel spröder und bedeutend mehr zerbrochen sein. Einige Vesen sind stärker als die anderen geröstet, sie sind dunkler als diese und sehr spröde.

3) Außer dem roten wird in der ägyptischen Literatur auch weißer und schwarzer Emmer erwähnt Der weiße Emmer ist wohl der Emmer, den SCHWEINFURTH, Verhandlungen der Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte Jahrg. 1891 S. 649 u. f. (654). und Wissenschaftliche Veröffentlichungen der deutschen Orientgesellschaft Bd. 8 S. 152 u. f. (zitiert nach HROZNÝ, a. a. O. S. 18) für *Tr. dicoccum tricoccum* SCHÜBLER erklärt.

tricoccum SCHÜBLER, in Botanischen Gärten kultiviert wird. *Tr. dicoccum tricoccum* hat sehr häufig dreifrüchtige Ährchen. Sein Ährchen ist aber auch in dem Falle, daß es nur zwei Früchte enthält, meist wesentlich größer als das des beschriebenen ägyptischen Emmers. Der Kiel der Hüllspelze von *Tr. dicoccum tricoccum* ist meist bis zur Spitze des sehr kurzen Kielzahnes gleichmäßig gekrümmt[1]). Der Kielzahn ist oben abgerundet und oft so breit, daß er in den sehr kurzen, aber oft kräftigen Zahn der Vorderseite, in den ein kräftiger Nerv — meist der kräftigste Nerv der Vorderseite — ausläuft, übergeht. Manchmal ist jedoch eine recht tiefe Ausbuchtung zwischen beiden Zähnen vorhanden. Die Deckspelze trägt kurze — selten über 5 cm lange —, aber oft recht kräftige Grannen. Wahrscheinlich ist dieses *Tr. dicoccum tricoccum* identisch mit der Emmerform, die SCHÜBLER als *Triticum tricoccum*, Ägyptischen Spelz, Ägyptischen Winterweizen beschrieben hat.[2]) Sie unterscheidet sich nach seiner Angabe durch eine „spica submutica" und durch „calycibus [d. h. Hüllspelzen] obtuse subbidentatis"[3]) von *Tr. dicoccum farrum* und *Tr. dicoccum rufum*, denen er begrannte Deckspelzen und scharf zweizähnige Hüllspelzen zuschreibt.[4]) Seine Abbildung[5]) der genannten Emmerformen entspricht freilich hinsichtlich der Hüllspelzengestalt nicht seinen Worten, da in ihr die Hüllspelzen von *Tr. dicoccum tricoccum* zum Teil spitzere Zähne haben als die der beiden anderen Emmerformen. Es beruht dies aber wohl nur auf einem Versehen des Zeichners. Dagegen steht jene rote ägyptische Emmerform dem *Tr. dicoccum Haussknechtianum* nahe, wenn sie auch nicht mit ihm identisch ist. Denn bei ihr steht meist der Vorderzahn näher an der Basis des Kielzahns, und der in ihn auslaufende Nerv hebt sich meist durch kräftige Ausbildung mehr von den übrigen Längsnerven der Vorderseite ab als

---

1) Vergl. die Abbildung der Ähre Taf. VI, Fig. 5 u. 6.

2) SCHÜBLER, Dissertatio bot. sistens characteristicen et descriptiones Cerealium in horto academico tubingensi et in Würtembergia cultorum (Nürnberg 1818), und Ders., Beschreibung u. systematische Bestimmung der in *Würtemberg unter dem Namen Ehmer (Emmer) gebauten Getreide-Art* in Vergleichung mit Einkorn und einigen anderen zunächst damit verwandten Arten, Flora oder Botanische Zeitung Jahrg. 3, Bd. 2 (1820) S. 445—462 (458—460) und Taf. 3.

3) . . . unterscheidet sich von *Tr. dicoccum* [d. h. *Tr. dicoccum farrum* und *rufum*] durch . . . mehr abgerundete stumpfe Kelchspitzen, so daß oft kaum eine zweite zahnartige Erhabenheit seitwärts zu bemerken ist", SCHÜBLER, Flora a. a. O. S. 459.

4) SCHÜBLER, Flora a. a. O. S. 450.

5) Flora a. a. O. Taf. 3, Fig. 2 u. 8.

bei *Tr. dicoccum Haussknechtianum*. Doch gibt es auch Hüllspelzen, die sich kaum von Hüllspelzen dieser Form unterscheiden. Die ägyptische Form muß deshalb als besondere Form oder Unterform — einer Form, zu der als eine andere Unterform *Tr. dicoccum Haussknechtianum* gehört — betrachtet werden, die *Tr. dicoccum* form. *aegyptiaca rufa* genannt werden kann.

Wie ich schon gesagt habe, rechnet KÖRNICKE zu *Tr. dicoccum farrum* auch die von mir vorhin als forma *serbica* subf. *alba* bezeichnete Form, die er von PANČIĆ aus Serbien erhalten hatte. „Die Ähren sind viel kleiner [als die des normalen *Tr. dicoccum farrum*] mit 13—15 Ährchen, der Mittelzahn der Klappen ist sehr klein, stumpf, bei den obigen [d. h. den Unterformen des normalen *Tr. dicoccum farrum*] länger und spitz. Neben dem Mittelzahn tritt oft ein sehr kurzer Seitenzahn hervor, welcher mit dem Mittelzahn fast auf gleicher Höhe steht"[1]). Zu *Tr. dicoccum serbicum* gehört auch noch eine zweite Unterform, subf. *rufa*[2]). Auch diese hatte KÖRNICKE, der sie zu *Tr. dicoccum rufum* Schübler zog, von PANČIĆ aus Serbien erhalten. Nach seiner Angabe stimmt dieser Emmer „mit dem weißen serbischen Emmer mit Ausnahme der Farbe völlig. Die Ähren sind nur unbedeutend länger und enthalten einige Ährchen mehr. Er verhält sich also zu der alten Form von var. *rufum* mit größeren Ähren und spitzem Zahne der Klappen wie der serbische weiße Emmer zu den alten Formen der var. *farrum*." Ich verdanke es der Liebenswürdigkeit des Herrn Professors MAX KÖRNICKE in Bonn, daß ich beide Unterformen von *Tr. dicoccum serbicum* kultivieren und beobachten konnte. Die Vesen[3]) gleichen in der Färbung und Begrannung bei *Tr. dicoccum serbicum album* den von *Tr. dicoccum farrum*, bei *Tr. dicoccum serbicum rufum* den von *Tr. dicoccum rufum*[4]). Der Kiel ist unterhalb seines kurzen, stumpfen oder — so namentlich bei *rufum* — spitzen Zahnes meist leicht ausgebuchtet. Der Kielzahn ist oft nicht größer als der Zahn der Vorderseite der Hüllspelze. Zwischen beiden Zähnen ist meist eine seichte Ausbuchtung vorhanden. Hin und wieder fehlt jedoch diese Ausbuchtung und der ganze obere

1) KÖRNICKE, a. a. O. S. 87—88.

2) Wie die *subf. serbica alba* und die *subf. serbica rufa* als Unterformen einer Form (*serbica*) betrachtet werden müssen, so müssen m. E. auch *farrum* Bayle-Barelle und *rufum* Schübler als Unterformen einer Form betrachtet werden, die man am besten als *Tr. dicoccum* form. *farrum* bezeichnet.

3) Vgl. die Abbildung der Ähre Taf. VI, Fig. 7.

4) Vgl. Anm. 2.

Rand der Hüllspelze ist abgerundet. In vielen Fällen sind alle Längsnerven der Vorderseite der Hüllspelze ungefähr gleich stark.

Aus einer Kreuzung von *Tr. dicoccum serbicum album* mit *Tr. dicoccum farrum album* sind in der ersten Generation Individuen hervorgegangen, die eine größere Ähre, einen längeren Kielzahn und eine stärkere Ausbuchtung des Kieles unterhalb seines Zahnes als die von *Tr. dicoccum serbicum* hatten[1]).

In Europa ist der Emmer schon in der neolithischen Zeit angebaut worden. Es ist sogar recht wahrscheinlich, daß er damals und noch in der Bronzezeit in allen damaligen europäischen Ackerbaugebieten in Anbau war, und es ist nicht ausgeschlossen, daß er damals in manchen davon sogar das Hauptweizengetreide war. Etwas Bestimmtes läßt sich jedoch hierüber nicht sagen, da es bei vielen der prähistorischen europäischen Getreidereste zweifelhaft ist, ob sie zu *Tr. dicoccum* oder *Tr. vulgare* gehören[2]). Nach HEER[3]) hatte der neolithische Emmer der schweizerischen Pfahlbauten in eine kurze Spitze auslaufende Deckspelzen, daher unbegrannte Ähren. Seine Hüllspelzen waren von Grund aus scharf gekielt und vorne gezahnt. HEERs Abbildung der bei Wangen gefundenen Ähre dieses Emmers ist leider nicht korrekt, so daß sich auf Grund dieser Abbildung nichts Sicheres über die Gestalt der Hüllspelze sagen läßt. Sie scheint der von *T. diccoccum farrum* ähnlich zu sein[4]). Auch in dem prähistorischen Pfahlbau von Ripač bei Bihać in Bosnien sind Ährenteile vom Emmer gefunden worden[5]). Die Hüllspelzen der Ährchen „erreichten ungefähr zwei Drittel der Deckspelzenlänge; ihrer Form nach breitelliptisch, enden sie an ihrem abgerundeten Scheitel mit einem Spitzchen, in welches der kräftige fast flügelig vorspringende, seitlich und

---

1) Vgl. die Abbildung der Ähre Taf. VI, Abb. 8.

2) Vergl. SCHULZ, Zeitschrift f. Naturwissenschaften Bd. 85 (1914) S. 330-331.

3) HEER, Die Pflanzen der Pfahlbauten, Separatabdruck aus dem Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft [in Zürich] auf das Jahr 1866 (Zürich 1865) S. 15-16 und Abb. 23.

4) Auch an der nach einer Photographie hergestellten Abbildung eines großen Ährenbruchstückes des neolithischen schweizerischen Emmers auf der Tafel zu SCHRÖTERs Abhandlung über „Pflanzenbau und Pflanzengewinnung" in MOOS, Die landwirtschaftliche Schule des eidgen. Polytechnicums in Zürich. Bericht über Wege und Ziele der neuern Entwicklung der Anstalt (Zürich 1910), läßt sich die Hüllspelzenform nicht erkennen.

5) Vergl. BECK V. MANNAGETTA, Die botanischen Objecte aus dem Pfahlbaue von Ripač bei Bihać, Wissenschaftliche Mittheilungen aus Bosnien und der Herzegovina, Bd. 5 (1897) S. 114—123 (116).

fast auf der Innenseite stehende Kiel ausläuft. Auf den Flanken des Aehrchens sind die Hüllspelzen mit zwei stärker vorspringenden und mehreren zarteren Nerven durchzogen, von denen der dem Rande näherliegende kräftigere oft kielartig vorsteht". Die Deckspelzen waren vielfach, „selbst an den in den Ährchen stehenden Früchten abgerieben, die Granne völlig abgebrochen, so daß nur in wenigen Fällen durch kurze Reste derselben deren Vorhandensein konstatiert werden konnte. Der längste Rest derselben maß etwa vier Millimeter. Die Granne selbst verläuft mit kurzem Kiele in der Deckspelze". Es läßt sich nach diesem Funde nicht beurteilen, ob der bosnische Emmer lang oder kurz begrannt war, doch darf man wohl annehmen, daß er von dem schweizerischen Emmer abweicht.

Sonst sind in Europa vom Emmer nur Früchte und Ährenachsenglieder mit Hüll- und Deckspelzenresten gefunden worden, die nicht erkennen lassen, welche Form die Hüllspelzen hatten, und ob die Deckspelzen begrannt oder unbegrannt waren.

Erklärung der Tafel VI.

Fig. 1 Zwei Ähren von *Triticum dicoccum farrum* Bayle-Barelle (natürl. Gr.).
Fig. 2. Ähre von *Tr. dicoccum Haussknechtianum* Schulz (nat. Gr.).
Fig. 3. Ähre von *Tr. dicoccoides* var. *Straussiana* Schulz (nat. Gr.).
Fig. 4. Ähre von *Tr. dicoccoides* var. *Kotschyana* Schulz (nat. Gr.).
Fig. 5 u. 6. Ähre von *Tr. dicoccum tricoccum* Schübler (nat. Gr.).
Fig. 7. Ähre von *Tr. dicoccum serbicum album* Schulz (nat. Gr.).
Fig. 8. Ähre von *Tr. dicoccum farrum album* × *dicoccum serbicum album* (nat. Gr.).

Bei den meisten Ähren ist der obere Teil der Grannen weggelassen.

Die

Generalversammlung

der

Deutschen Botanischen Gesellschaft,

die in diesem Spätsommer, wie geplant, in Kiel hätte stattfinden sollen, ist wegen des zur Zeit noch bestehenden Kriegszustandes auf nächstes Jahr verschoben worden.

Der Vorstand.

Sitzung vom 28. Mai 1915.

Vorsitzender: Herr J. BEHRENS.

Der Vorsitzende macht der Gesellschaft Mitteilung von dem am 11. Mai erfolgten Ableben unseres ord. Mitgliedes Herrn Dr.

Ernst Lemmermann,

Assistenten für Botanik am städtischen Museum für Natur-, Völker- und Handelskunde in **Bremen.**

Die Anwesenden ehren das Andenken an den Verstorbenen durch Erheben von ihren Sitzen.

Als ordentliches Mitglied wird vorgeschlagen Herr:

Kupper, Dr. **W.**, Kustos am Botanischen Garten in **München-**Nymphenburg (durch K. v. GOEBEL und K. v. SCHOENAU).

Herr ULE hielt seinen durch zahlreiche Lichtbilder belebten Vortrag über

„Biologische Beobachtungen im Amazonasgebiet".

Der Vortrag wird in der von der Gesellschaft herausgegebenen Vortragsreihe veröffentlicht werden.

Mitteilungen.

24. E. Heinricher: Zur Frage nach der assimilatorischen Leistungsfähigkeit der Hexenbesen des Kirschbaumes.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 17. Mai 1915.)

In Heft 2 dieser Berichte findet sich eine interessante Mitteilung von H. C. SCHELLENBERG: Zur Kenntnis der Winterruhe in den Zweigen einiger Hexenbesen[1]). In ihr kommt der Verfasser auch auf die Assimilationsleistung der Hexenbesen zu sprechen. Er führt zunächst aus, daß diese beim Hexenbesen der Weißtanne (verursacht durch *Melampsorella Caryophyllacearum*) nur minimal sein könne, „daher müssen sämtliche Stoffe, die für das Wachstum und die übrigen Lebensfunktionen notwendig sind, aus den gesunden Teilen des Baumes zugeführt werden“. Es heißt dann weiter: „Das gleiche gilt auch für die anderen Hexenbesen, nur mit dem Unterschiede, daß die Blätter etwas weniges mehr an Assimilationsprodukten zu erzeugen vermögen.“ Und weiter: „Beim Hexenbesen des Kirschbaumes habe ich einen Verdunkelungsversuch durchgeführt. Vom Knospenaustrieb an wurden die Sprosse bis nach vollendeter Askusbildung dunkel gehalten und so die eigene Assimilation der Blätter verhindert. Der Vergleich mit den belichteten Zweigen des gleichen Hexenbesens gab aber als Resultat, daß die verdunkelten Zweige in gleicher Weise den Pilz zur Entwicklung brachten und gleiche Stärkemengen in verdunkelten wie nicht verdunkelten Trieben enthalten waren. Somit kann die eigene Assimilation der Hexenbesenblätter nicht von größerer Bedeutung für die Ausbildung des Hexenbesens sein, sondern die Stoffe, die der Parasit verbraucht, wie jene, die zum Aufbau des Hexenbesens dienen, werden hier ebenfalls dem gesunden Teile des Baumes weggenommen.“

Ich pflichte SCHELLENBERG bei, daß die Assimilation der Nadeln an den Hexenbesen der Weißtanne eine sehr geringe sein

1) Bd. XXXIII, 1915, S. 118—126.

dürfte und daß sie auch an, durch Pilze veranlaßten, Hexenbesen der Laubhölzer eine wesentlich herabgesetzte sein wird. Nahe den Verhältnissen bei dem Hexenbesen der Weißtanne wird wahrscheinlich der durch den Rostpilz *Puccinia Arrhenatheri* entstehende Hexenbesen auf *Berberis* kommen. Hingegen unterschätzt SCHELLENBERG gewiß die assimilatorische Leistung, die das Laub des Kirschbaum-Hexenbesens zu leisten vermag und halte ich auch die Versuche, durch welche er seine Auffassung zu stützen sucht, für wenig beweiskräftig.

Zufällig besitze ich in unserem botan. Garten ein nicht uninteressantes Objekt, das mir klar die Ansicht SCHELLENBERGs zu widerlegen scheint. Ich führe es in zwei Aufnahmen vor und will eine Beschreibung beifügen und über seinen Ursprung berichten.

Als die Auflassung des alten Botanischen Gartens zu Innsbruck 1908 beschlossen war und im Frühjahr 1909 seine teilweise Räumung schon für August plötzlich verlangt wurde, fielen dieser auch die biologischen Gruppen zum Opfer, da auch dieses Gartenstück bei dem projektierten Neubau eines Gymnasiums benötigt wurde. Eine Übertragnng der Holzpflanze war zu der genannten Jahreszeit undurchführbar und so mußte für Neu-Ersatz in vieler Richtung gesorgt werden.

In der Parasitengruppe war auch ein Kirschbaum, der große Hexenbesen trug. Sie waren aus aufgepfropften, von *Exoascus Cerasi* (Fuckel) Sadebeck befallenen Zweigen erwachsen. Über diese Methode, zur Gewinnung von Hexenbesen für biologische Gruppen, habe ich s. Z. in der naturwissenschaftlichen Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft berichtet[1]). Auch für den neuen Garten sollte ein solcher Kirschbaum herangezogen werden und der Sicherheit wegen wurden mehrere Bäumchen mit pilzkranken Zweigen bepfropft. Es geschah dies vermutlich im Frühjahr 1910; im Herbste 1910 war der alte Garten ganz geräumt und soviel ist sicher, daß der nun zu besprechende Baum aus dem alten Garten in den neuen überpflanzt worden ist.

Bei dem einen der Bäumchen ist nämlich der pilzfreie Gipfeltrieb abgestorben, die vier aufgepfropften mit *Exoascus* behafteten Zweiglein sind aber im Laufe der Jahre zu einem recht ansehnlichen Hexenbesen herangewachsen, aus dem allein die Krone des

---

1) Bd. III, 1905, S. 344: „*Exoascus Cerasi* (Fuckel) Sadebeck als günstiger Repräsentant Hexenbesen bildender Pilze für pflanzenbiologische Gruppen."

Baumes besteht. In Abb. 1 ist das ganze Bäumchen, in Abb. 2 die Krone nach photographischen Aufnahmen, die Herr Assistent Dr. R. SEEGER am 24. April d. J. gemacht hat, wiedergegeben. In beiden Bildern, besser aber in Fig. 2, ist auch der Rest des frühzeitig abgestorbenen, nicht vom Pilze durchsetzt gewesenen Gipfeltriebes (in der Mitte, als direkte Fortsetzung des Stammes) erkennbar.

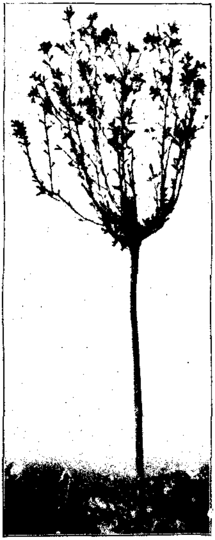


Abb. 1.

Zunächst seien nun einige Maße angegeben, die am 29. April gewonnen wurden. Stamm vom Boden bis zur Krone 95, Höhe des Hexenbesens 75, längster Trieb (über die Biegung gemessen) 84, Durchmesser des Besens 75 cm. Auch Umfangsmessungen wurden gemacht und seien, da sie für die folgenden Erörterungen von einigem Belang sind, gleich angeführt. Basaler Umfang des Stammes 11, 6 cm höher 8,5, 65 cm vom Boden 6,2, hypertro-

phischer Teil unter dem Hexenbesen 9,8 cm. Der ganze Besen ist aus vier aufgepfropften Zweiglein entstanden; die zwei stärksten haben nun basal 9,8 und 6,7 cm Umfang.

Ich finde, daß das geschilderte Bäumchen in der klarsten Weise die Annahme SCHELLENBERGs widerlegt, die Assimilation der Hexenbesenblätter sei für die Ausbildung des Hexenbesens

Abb. 2.

ohne größere Bedeutung und es müßten die Stoffe zu seinem Aufbau ebenfalls dem gesunden Teile des Baumes weggenommen werden.

Der große Hexenbesen unseres Bäumchens ist ja aus ausgepfropften Zweiglein von wenigen Zentimetern Länge hervorgegangen. Die Assimilation gesunder Triebe (pilzfreier) kam während seiner ganzen Entwicklung nicht in Betracht, der Gipfel starb schon im ersten Jahre ab; höhstens konnten anfänglich die im Stamme des jungen Bäumchens vorhandenen Reservestoffe zu

seinem Aufbaue beisteuern. Aus dem noch vorhandenen, abgedorrten Gipfeltrieb kann man aber schließen, daß in dem schwachen jugendlichen Stamm des Bäumchens nicht allzuviel von Reserven aufgestapelt gewesen sein könne. Es ist also der reich entwickelte und verzweigte Hexenbesen, sicher zum größten Teil, mit Hilfe der von seinen Blättern erarbeiteten Assimilate, zu dem beträchtlichen Umfange aufgewachsen, den wir vorher feststellten[1]). Eines fällt ja allerdings auf. Der Hexenbesen hat seine Assimilate wohl hauptsächlich für sich verbraucht, dem tragenden Stamm scheint er wenig überwiesen zu haben. Wie auch aus dem Bilde Fig. 1 hervorgeht, erscheint dieser auffallend schlank. Vergleicht man die früher gegebenen Umfangsangaben, so ergibt sich, daß der basale Teil des stärksten Hexenbesenastes im Dickenwachstum den Stamm — abgesehen vom untersten Teil und dem hypertrophischen, obersten — weitaus überflügelt hat. Trotzdem wird eher der Stamm vom Hexenbesen mehr an Baustoffen erhalten haben, als umgekehrt der Hexenbesen vom Stamme.

Es sind aber tatsächlich auch gar keine Gründe vorhanden, die eine starke Herabsetzung der assimilatorischen Leistung bei den Blättern der Hexenbesen des Kirschbaumes voraussetzen lassen. Das Laub enthält reichlich Chlorophyll[2]) und wie ich mich durch Untersuchung der Querschnitte willkürlich abgenommener Blätter, einerseits eines Hexenbesens, andererseits eines gesunden Kirschbaumes, überzeugte, ist auch keine Spur der Verminderung oder schwächeren Ausbildung des Assimilationssystems in den Hexenbesenblättern vorhanden[3]). Das Diachym besteht in beiden aus 2 Schichten von Palissaden und drei Schwammparenchym-Zellagen. Ja die Blätter des Hexenbesens haben eine größere Dicke als das

1) Es ist ja bekannt, daß an den Zweigen der Hexenbesen Blüten gar nicht, oder nur sehr vereinzelt auftreten. An unserem Objekte fehlen Blüten 1915 durchaus.

2) Es sei auf PFEFFERs Ausspruch hingewiesen: „Bis dahin ist für keinen chlorophyllführenden Chromatophor eine völlige Unfähigkeit zur Assimilation nachgewiesen."

3) Hier muß vermerkt werden, daß diese Angaben, die wohl stets in Überzahl vorhandenen, grünen und normal aussehenden Blätter des Hexenbesens betreffen. In solche ist das Mycel des Pilzes gar nicht oder nur wenig eingedrungen. Die stärker befallenen Blätter sind infolge großen Anthokyangehaltes (besonders der oberen Epidermis, der Parenchymscheiden und gruppenweise im Mesophyll liegenden Zellen) rötlich gefärbt. Entweder kann das ganze Blatt so ausgebildet sein, oder nur Teilstücke der Spreite. In solchen Blättern ist die assimilatorische Leistung gewiß herabgedrückt, wie auch ihr Bau stärkere Verschiedenheiten gegenüber dem des gesunden Blattes aufweist.

gesunde Laub; ich fand sie im Verhältnis 8 : 7 stehend. Hingegen bleibt die Flächenentwicklung bei den Hexenbesenblättern ziemlich weit zurück, sowohl in der Länge, als auch — und zwar beträchtlicher — in der Breite. Das wird beim Ertrag der Assimilation einigermaßen Ausschlag geben[1]). In ähnlicher Weise wird der Ertrag auch dadurch herabgesetzt, daß die Blätter des Hexenbesens eine kürzere Lebensdauer haben als die gesunder Zweige. Meinem Erinnern nach ist dies der Fall und SCHELLENBERG sagt ausdrücklich „die Zweige der Hexenbesen zeigen einen frühzeitigen Laubfall"[2]).

Die Beweiskraft des Versuches, den SCHELLENBERG zur Stütze seiner Anschauung durchgeführt hat, habe ich vorausgehend in Zweifel gezogen.

Ich halte es an dem Versuche verfehlt, daß die verdunkelten Triebe dem gleichen Hexenbesen angehörten, wie die zum Vergleich herangezogenen belichteten. Das Resultat: „daß die verdunkelten Zweige in gleicher Weise den Pilz zur Entwicklung brachten und gleiche Stärkemengen in verdunkelten wie nicht verdunkelten Trieben enthalten waren", kann auch so gedeutet werden, daß die Stärke aus den wohl in Überzahl nicht verdunkelten Teilen des Hexenbesens in die verdunkelten Triebe zugewandert sei. Die Blätter werden bezüglich ihres Stärkegehaltes nicht besonders erwähnt (auch wäre eine Zeitangabe über die Durchführung und Dauer des Versuches erwünscht); eine gleiche Stärkemenge in den verdunkelten Blättern erschiene ja allerdings befremdend, nachdem durch die Untersuchungen von BÖHM[3]) und A. MEYER[4]) gezeigt worden ist, daß ausgewachsene Blätter nicht im Stand sind, den Stengel- und Wurzelteilen ihre Reservestoffe zu entziehen. Es ließe sich ein Stärkevorrat in den verdunkelt gewesenen Blättern — abgesehen von niederen Temperaturen, die etwa Wachstum und Verbrauch der vor der Verdunkelung aufgestapelten Stärke ge-

1) In den stark vom Pilzmycel durchsetzten, rötlichen Blättern ist meist nur eine Lage von Palissaden erhalten, das Schwammparenchym hingegen auf 8—10 Zellagen vermehrt. Damit steigert sich die Dicke der Blätter beträchtlich. Das Verhältnis der Dicke eines solchen Blattes vom Hexenbesen zu jener eines Blattes vom gesunden Baume war 2 : 1.

2) Nach inzwischen gemachten Beobachtungen sind die pilzbefallenen Blätter schon anfangs Juni schwarz verfärbt und eingetrocknet. An manchen Blättern trifft dies nur einen Bruchteil, der Rest bleibt frisch und grün.

3) J. BÖHM, Über Stärkebildung in den Chlorophyllkörnern. Sitzungsber. der k. Akad. der Wiss. in Wien, I. Abt., 1876, Bd. 73, S. 39.

4) ARTHUR MEYER, Über die Assimilationsprodukte der Laubblätter angiospermer Pflanzen. Botan. Ztg., 43. Bd., S. 417.

hemmt haben könnten — vielleicht auf die besonderen Verhältnisse eines vom Pilzmycel durchwachsenen Blattes zurückführen.

Einige kleine Versuche, die ich durchgeführt, so wie das früher besprochene Objekt bezeugen die gewiß nicht unbedeutende Assimilationsfähigkeit der Blätter des Kirschbaum-Hexenbesens[1]).

1. Am 29. April d. J., 7 Uhr abends, wird je ein Blatt des Hexenbesens und eines gesunden Kirschbaumes gepflückt und der Jodprobe unterworfen. Beide enthalten Stärke, intensiver und gleichmäßiger erscheint die schwarzgrüne Färbung aber entschieden am Blatte des Hexenbesens. Dieses mißt von der Basis zur Spitze 3,4 cm, größte Breite 1,7 cm. Das Blatt vom gesunden Baum hat bei 4 cm Länge, 2,3 cm Breite.

2. Am 30. April, 9 Uhr früh, wurden zwei Blätter des Hexenbesens und ein Blatt eines gesunden Kirschbaumes je mit einem Staniolband überdeckt. Eines der Hexenbesenblätter wurde am gleichen Tage abends $6^1/_4$ Uhr abgenommen und der Jodprobe unterworfen. Der überdeckt gewesene Teil erwies sich als stärkeleer, der basale und der Spitzenteil enthielten viel Stärke, erschienen blauschwarz. Das Blatt wurde gepreßt[2]).

Am 1. Mai wurde der gleiche Versuch wiederholt. Es wurden die am 30. April früh verdunkelten Blätter (eines des Hexenbesens, eines vom gesunden Baum) abgenommen, dazu kam noch ein zweites Blatt vom Hexenbesen, das erst am 1. Mai früh die Stanniol-Ligatur erhalten hatte. Die Abnahme der Blätter erfolgte um 6 Uhr abends. Die Jodprobe erwies bei allen drei Blättern deutlich, daß der verdunkelte Mittelteil stärkefrei, die übrigen Teile stärkehaltig waren. Der Nachmittag am 1. Mai war aber trüb, der Himmel stark überzogen gewesen, weshalb der Stärkegehalt nicht besonders hoch war. Die belichteten Blattteile ergaben mit der Jodprobe eine hell violette bis schwärzlich violette Tönung; entschieden größer war der Stärkegehalt in den Blättern des Hexenbesens als in dem des gesunden Baumes.

3. Am 29. April abends 7 Uhr wurden je 2 Triebe vom Hexenbesen und vom gesunden Kirschbaum abgeschnitten. Die-

1) Diese Versuche sind mit den grünen, im ganzen normal aussehenden Blättern des Hexenbesens durchgeführt worden.

2) Ich weiß nicht, ob es allgemein bekannt ist, daß sich die Stärkereaktion nach durchgeführter Jodprobe, an in der Presse getrockneten Blättern, dauernd erhält. SACHS hat s. Z. die Blätter für Vorlesungs-Demonstrationen in Alkohol aufbewahrt. Ich gelangte zu obiger Erfahrung bereits als Assistent am Grazer Botanischen Institut und es sind noch, nach mehr als 30 Jahren, die getrockneten Präparate vollkommen erhalten und werden bei den Vorlesungen benutzt.

selben wurden am 30. April früh 9 Uhr einzeln in Wasserkultur-Gläser eingestellt.

Von jeder Art wird ein Zweig unter einen Dunkel-Sturz gebracht, ein gesunder Zweig und ein Hexenbesen-Zweig am S-Fenster eines der physiologischen Laboratorien aufgestellt. — Diese letzteren wurden späterhin zu Versuchen nicht mehr herangezogen; es sei nur erwähnt, daß die Blätter des gesunden Zweiges am 1. April früh etwas welk waren, während die des Hexenbesenzweiges dauernd frisch blieben[1]).

Am 3. April, $8^1/_2$ Uhr früh, nach 48stündiger Verdunkelung, werden 2 Blätter des Hexenbesenzweiges und eines vom gesunden, der Jodprobe unterworfen. Alle drei Blätter erwiesen sich als völlig stärkefrei.

Die so entstärkten Triebe, vom Hexenbesen wie vom gesunden Baum wurden nun in dem nach S gelegenen Versuchsgewächshaus um 9 Uhr dem Lichte ausgesetzt. Der Himmel war am 3. Mai schon um diese Stunde leicht bewölkt, später stärker umzogen, Aufhellung erfolgte erst gegen Abend. Um 6 Uhr abends wurden 2 Blätter des Hexenbesens und eines des gesunden Triebes der Jodprobe unterzogen. Die Blätter der letzteren waren etwas gewellt. (Beachtet wurde, daß die Chlorophyllextraktion aus den zunächst abgebrühten Blättern — stets rascher an den Blättern des gesunden Triebes abgelaufen erscheint als an jenen des Hexenbesens.) Das etwas welke Blatt des gesunden Triebes war stärkeleer, die Blätter des Hexenbesens enthielten ziemlich viel Stärke, insbesondere wenn man die nicht übermäßig günstige Beleuchtung berücksichtigt, die unter Tags geherrscht hat. Sie erschienen nach der Jodprobe hellviolett, das kleinere im oberen Drittel schwärzlich.

Jede weitere Erörterung ist wohl überflüssig. Die einfachen Versuche 2 und 3, sowie das eingangs besprochene Objekt erweisen in aller Deutlichkeit, daß ein großer, meist die Vorherrschaft besitzender Teil der Blätter des Kirschbaum-Hexenbesens eine nicht unbeträchtliche CO_2-Assimilation zu leisten vermag. Daher ist der Aufbau des Hexenbesens durchaus nicht auf die den gesunden

1) Die Triebe vom gesunden Baum neigten dauernd zum Welken; die Blätter verrieten früh Anzeichen des Verfalles und wurden bleich. Das Laub der Hexenbesentriebe war aber am 10. Mai noch in gutem Zustande. Das wird mit dem höheren osmotischen Drucke zusammenhängen, welchen nach SCHELLENBERGs Untersuchungen die Gewebe des Hexenbesens gegenüber denjenigen gesunder Zweige aufweisen. (Vgl. a. a. O. S. 123.)

Teilen des Baumes entnommenen Stoffe allein angewiesen, sondern es vermag auch das eigene Laub des *Hexenbesens eine beträchtliche Menge von Assimilaten* beizusteuern.

Innsbruck, Botanisches Institut der Universität im Mai 1915.

25. A. Ursprung: Zweiter Beitrag zur Demonstration der Flüssigkeitskohäsion.

(Mit einer Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 17. Mai 1915.)

Im Jahre 1913 hatte ich in diesen Berichten[1]) einen Apparat angegeben, der die Kohäsion strömenden Wassers deutlich und sicher zu demonstrieren erlaubt. Bei Verwendung eines Ventilators und eines kapillaren Steigrohres ließ sich das Quecksilber im Verlauf von 10 Minuten bedeutend über das Barometerniveau heben und es wurden ohne Mühe Steighöhen erreicht, welche die früher von ASKENASY und HULETT gefundenen Maxima weit übertrafen.

Für die Pflanzenphysiologie müßte dieser Versuch noch größeres Interesse beanspruchen, wenn es gelingen würde das künstliche poröse Material (Filterkerze nach KITASATO) durch imbibierte Zellwände zu ersetzen. Über derartige Experimente sol[l] im Folgenden berichtet werden.

Durch Vorversuche lernte ich in *Thuja*sprossen ein geeignete[s] Objekt kennen. Ein zylindrisches Zweigstück z von ca. 15 cm Läng[e] und ca. 1 cm Durchmesser wurde entrindet und ähnlich wie früher di[e] Filterkerze behandelt. In Anlehnung an die Gestalt der Filterkerz[e] bohrte ich gewöhnlich an dem einen Ende das Mark und an schließende Holz auf mehrere Zentimeter aus[2]). Ein dickwandiges mit Ligaturen befestigtes Schlauchstück s verband das ausgehöhlt[e] Sproßende mit dem Steigrohr r; zum sicheren, luftdichten Ab schluß diente auch hier ein Quecksilberverschluß Hg. Um die negativ[e] Spannung des Wassers ohne Verlängerung des Steigrohres um ein

1) A. URSPRUNG, Zur Demonstration der Flüssigkeitskohäsion. Die[se] Berichte Bd. 31, S. 388; 1913.

2) In der Figur nicht angedeutet.

weitere Atmosphäre erhöhen zu können, wurde Gefäß g luftdicht verschlossen und mit Quecksilber-Manometer und Wasserstrahlpumpe in Verbindung gebracht; der auf dem Quecksilberniveau lastende Außendruck konnte auf diese Weise bis zur Dampfspannung des Wassers reduziert und seine jeweilige Höhe am Manometer abgelosen werden.

Hat man ein passendes Zweigstück ausgewählt, das natürlich gut gewachsen und frei von Wunden und Rissen sein muß, so

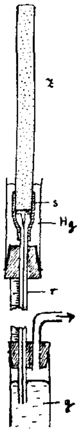


Abb. 1.

handelt es sich zunächst darum die Luft sowie alle jene Inhaltstoffe, die das Steigrohr verstopfen könnten, zu entfernen. Zu dem Zwecke wird das Zweigstück in ein Gefäß mit siedendem Alkohol gestellt und das kapillare Steigrohr durch ein kurzes, weites Glasrohr vertauscht, dessen freies Ende mit der Wasserstrahlpumpe in Verbindung steht. Das Durchsaugen von siedendem Alkohol erfolgt so lange, bis das Filtrat nahezu farblos geworden ist. Hierauf wird das Steigrohr wieder angesetzt und die Behandlung mit kochendem Alkohol noch einige Zeit weitergeführt. Kann der

Zweig als luftfrei gelten, so stellt man die Pumpe ab und überträgt *ihn in ein zweites Gefäß, das siedendes destilliertes Wasser* enthält, welches seit einigen Stunden kocht. Man läßt nun die Pumpe so lange kochendes Wasser durchsaugen, bis aller Alkohol entfernt ist. Dann kühlt man rasch ab und überzeugt sich, daß anhaltende energische Schläge an das Steigrohr auch bei voller Tätigkeit der Pumpe keine Blasenbildung hervorrufen. Nachdem das freie Ende des Steigrohres mit Schlauch und Quetschhahn verschlossen ist, wird der Zweig aus dem Wasser gehoben und zur Verhinderung der Verdunstung mit einem Reagenzglas überdeckt; der Quecksilberverschluß Hg wird angebracht, der eben erwähnte Schlauchverschluß unter dem Quecksilber des Gefäßes g entfernt und dieses selbst mit Manometer und Pumpe verbunden, welch letztere aber vorläufig außer Tätigkeit bleibt. Zum Schlusse wird neben dem Steigrohr ein in Millimeter geteilter Maßstab befestigt, der Ventilator in Gang gesetzt und das über den Zweig gestülpte Reagensglas entfernt, worauf das Quecksilber alsbald zu steigen beginnt.

Bei richtigem Experimentieren gelingen oft Dutzende von Versuchen tadellos; trotzdem kommen hier Mißerfolge leichter vor als bei Verwendung der Filterkerze. Es beruht dies zum Teil auf Undichtigkeiten im Zweig, die eine vorzeitige Blasenbildung am oberen Ende des Apparates bedingen. Gelegentlich findet sich aber auch am unteren Ende des Steigrohres ein Luftbläschen über dem aufsteigenden Quecksilbermeniskus; sollte diese Störung wiederholt trotz sorgfältigen Arbeitens vorkommen, so hilft man sich am einfachsten durch Änderung des Verhältnisses zwischen dem Filtrationswiderstand des Zweiges und der Weite des Steigrohres[1]).

Wir besprechen getrennt: I. die erreichten Steighöhen, II. die Steiggeschwindigkeit, III. die Blasenbildung, IV. einige Schlußfolgerungen, V. eine Modifikation des Apparates.

I. Maximale Steighöhen.

In welcher Weise dieselben ermittelt wurden, ist aus der folgenden Tabelle ersichtlich, welche eine kleinere Auswahl der zahlreichen Versuche enthält. Direkt abgelesen wurde die „Hebung des Quecksilbers im Steigrohr“. Unter „Korrektion“ ist die Summe aus der Kapillardepression des Quecksilbers im Steigrohr und der über dem Quecksilbermeniskus befindlichen Wassersäule verstanden;

1) Es läßt sich auch der Schlauchverschluß durch einen Quecksilberverschluß ersetzen, doch verzichte ich auf seine Beschreibung, da der Apparat

durch Addition erhält man die „korrigierte Steighöhe". Das zwischen Apparat und Pumpe eingeschaltete Quecksilber-Manometer war im vertikalen Schenkel mit einem Glashahn versehen, so daß es leicht von Apparat und Pumpe isoliert werden konnte. Diese Einrichtung ist nötig, da der Beobachter nicht zu gleicher Zeit Manometer und Steigrohr kontrollieren kann. Er verfolgt den Meniskus im Steigrohr und verschließt das Manometer im Momente des Reißens. Der „Manometerstand" läßt sich dann bequem ablesen und zeigt bei welchem Außendruck der Riß erfolgte. Durch Subtraktion des Manometerstandes von der korrigierten Steighöhe ergibt sich die „Hebung des Quecksilbers über Barometerniveau". Durch Addition des Barometerstandes erhält man noch die „berechnete Gesamtsteighöhe". Alle Werte sind in Zentimeter-Quecksilber ausgedrückt.

	Versuch				
	a	b	c	d	e[1]
Hebung des Quecksilbers im Steigrohr	83,5	98,6	110,0	114,0	über 142,0
Korrektion	7,8	6,8	5,6	5,5	ca. 4,0
Korrigierte Steighöhe	91,3	105,4	115,6	119,5	146,0
Manometerstand	1,5	4,5	15,5	3,0	11,0
Hebung des Quecksilbers über Barometerniveau	**89,8**	**100,9**	**100,1**	**116,5**	über **135,0**
Barometerstand	71,3	70,0	71,1	71,0	71,0
Berechnete Gesamtsteighöhe	**161,1**	**170,9**	**171,2**	**187,5**	über **206,0**

Eine Hebung des Quecksilbers um 70—100 cm über Barometerniveau fand in Dutzenden von Versuchen statt; das erreichte Maximum betrug 135 cm. Verglichen mit den 81 cm, die ich mit der *Filterkerze*[2]) *erhalten hatte, oder mit den* 37,7 *bzw.* 14 cm von HULETT und ASKENASY sind das bedeutende Steighöhen, die noch deshalb um so bemerkenswerter erscheinen, weil sie nicht mit Gips oder Porzellan sondern mit einem Zweigstück erreicht wurden. Übrigens wird man wahrscheinlich mit der Filterkerze zu denselben Steighöhen gelangen, wenn man wie hier den Luftdruck über dem äußeren Quecksilberniveau eliminiert. Das eben für *Thuja* beschriebene Verhalten wurde bei zahlreichen Sproßstücken gefunden, es war somit nicht durch eine besonders günstige Auswahl bedingt, sondern muß für *Thuja* als das normale bezeichnet werden. Trotzdem wird man sich da, wo auf die Ver-

1) In Versuch e war das Quecksilber bis in den Verschluß gestiegen, so daß der Meniskus nicht mehr abgelesen werden konnte.

2) A. URSPRUNG, *Zur Demonstration der Flüssigkeitskohäsion.* l. c. S. 394.

wendung pflanzlichen Materials kein besonderer Wert gelegt wird, mit Vorteil der Filterkerze bedienen, da außer den bereits genannten Störungen die Zweige nach längerem Gebrauch nicht selten Risse erhalten, wodurch sie unbrauchbar werden.

Nach HULETT ist es zur Erreichung der von ihm gefundenen Maxima nötig, das Wasser vor dem Versuch einige Tage lang im Apparat stehen zu lassen. Diese Maßregel muß, wie ich früher[1]) zeigte, dann von Wert sein, wenn die Wände des Apparates leicht zu entfernende Mengen adsorbierter Luft enthalten. Wenn dagegen, wie bei meiner Versuchsanordnung die adhärierenden Luftschichten durch Pumpensaugung und heißen Alkohol bereits vollständiger als bei HULETT entfernt sind, so ist von einem nachträglichen kürzeren Stehenlassen des Wassers a priori kein Erfolg mehr zu erwarten; tatsächlich erhielt ich auch kein besseres Resultat, als ich den wie üblich vorbereiteten Apparat mit unter Quecksilber geöffnetem Steigrohr vor dem Versuch einen Tag sich selbst überlassen hatte.

II. Die Steiggeschwindigkeit.

Über die Geschwindigkeit mit der das Wasser in derartigen Apparaten steigt, liegen bereits einige Angaben von HULETT vor; dieselben sind jedoch zu kurz um mehr als eine vorläufige Orientierung geben zu können. Es schien daher geboten dieses Verhalten etwas eingehender zu verfolgen unter Verwendung von *Thujazweigen* als verdunstender Oberfläche.

Was zunächst die durchschnittliche Steiggeschwindigkeit betrifft, so war dieselbe in der Regel noch bedeutend größer als in den Experimenten mit der Filterkerze, schwankte aber natürlich bei den einzelnen Versuchen, da sowohl das Lumen des kapillaren Steigrohres, besonders aber Länge und Durchmesser des verdunstenden Zweigstückes von Fall zu Fall variierten. Die in 5 Minuten erreichte Steighöhe, worunter ich die direkt abgelesene Erhebung des Quecksilbermeniskus über das äußere Niveau ohne jede Korrektion verstehe, betrug z. B. in cm:

92,2; 102,0; 107,0; 84,0; 96,0; 102,0.

Man kommt also bei den erwähnten Dimensionen des Apparates in nur 5 Minuten leicht bedeutend über Barometerniveau und kann die Steiggeschwindigkeit durch Vergrößerung der verdunstenden Oberfläche ohne Schwierigkeit weiter steigern. Die von SACHS für das Saftsteigen angegebenen Geschwindigkeiten werden

1) A. URSPRUNG, *Über die Blasenbildung in Tonometern.* Diese Berichte Bd. 33, S. 140; 1915.

dadurch stark übertroffen, sind aber durch Veränderung der Windstärke, Zweiglänge und Kapillarenweite jederzeit zu erhalten.

Die Kenntnis der Durchschnittsgeschwindigkeit erscheint in mehrfacher Hinsicht von Interesse, noch wichtiger ist es jedoch zu untersuchen, ob und in welcher Weise die Geschwindigkeit mit der Steighöhe sich ändert. Zu dem Zwecke wurde von dem Momente an, wo das Quecksilber über dem unteren Stopfen (vgl. Fig. 1) erschien, von $^1/_2$ zu $^1/_2$ Minute abgelesen. Es liegen mir etwa 30 derartige Versuche vor; alle zeigen Änderungen der Geschwindigkeit. Sehen wir von jenen Fällen ab, in welchen durch Verstopfungen oder andere Störungen der normale Gang in deutlich erkennbarer Weise verdeckt wurde, so bleiben 22 Experimente übrig. 21 (95 pCt.) zeigten eine Abnahme der Steiggeschwindigkeit mit der Höhe, 1 eine Zunahme. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß das Vorzeichen der Änderung durch das Verhalten der 95 pCt. richtig wiedergegeben ist. Die folgende Tabelle enthält einige Beispiele: die Ablesungen erfolgten, wie schon bemerkt, in Intervallen von $^1/_2$ Minute. Da in den angeführten Fällen die Pumpensaugung entweder ganz unterblieb oder erst nach den mitgeteilten Steighöhen einsetzte, sind die Zahlen vergleichbar. Die Auswahl wurde ferner so getroffen, daß sie möglichst verschiedene Anfangsgeschwindigkeiten umfaßt.

Höhe der Quecksilbersäule in mm	Steiggeschwindigkeit	Höhe der Quecksilbersäule in mm	Steiggeschwindigkeit	Höhe der Quecksilbersäule in mm	Steiggeschwindigkeit
0	155	0	95	0	58
155	140	95	88	58	58
295	135	183	82	116	56
420	110	265	80	172	55
530	110	345	75	227	55
640	100	420	75	282	55
740	95	495	73	337	59
835	90	568	72	396	56
925		640	70	452	58
		710	70	510	58
		780	69	568	57
		849	68	625	55
		917	68	680	55
		985		735	53
				788	55
				843	53
				896	54
				950	52
				1 002	51
				1 053	51
				1 104	51
				1 155	

Wie man sieht, fällt die Steiggeschwindigkeit im Laufe des Versuches, und zwar um so mehr je größer sie anfangs war; oder mit anderen Worten, je langsamer das Quecksilber steigt, um so gleichmäßiger steigt es. Charakteristisch ist auch der wenig regelmäßige Verlauf der Erscheinung, der übrigens schon HULETT aufgefallen war. Bei noch stärkerer Reduktion der Anfangsgeschwindigkeit blieb sich die Bewegung des Quecksilbermeniskus in der Regel annähernd gleich oder sie nahm mit der Zeit sogar zu[1]. Kleinen Geschwindigkeitsdifferenzen ist übrigens keine Bedeutung beizulegen; sie werden bei dieser Methodik, die ja ein ganz anderes Ziel im Auge hatte, zu stark durch die Versuchsfehler beeinflußt.

Bedeutende Geschwindigkeitsdifferenzen sind a priori zu erwarten bei starker Steigerung oder Verringerung der Zugspannung. Je rascher ceteris paribus diese Spannungsänderungen erfolgen, um so deutlicher und reiner muß ihr Einfluß auf die Steiggeschwindigkeit zum Ausdruck kommen, da die Versuchsfehler dann auf ein Minimum reduziert sind. Eine plötzliche und starke Verringerung der Zugspannung erfolgt, wenn die Quecksilbersäule bei bedeutender Steighöhe nahe unter dem Meniskus reißt, während die oberen Partien des Apparates blasenfrei bleiben. Hierüber liegen mir die folgenden Beobachtungen vor.

Steiggeschwindigkeit vor dem Reißen	Steiggeschwindigkeit nach dem Reißen	Steighöhe bei welcher der Riß erfolgte in cm Quecksilber
95	120	120
95	115	104
90	105	93
80	100	99
80	95	109

1) Das letztere Verhalten erscheint mir so merkwürdig, daß ich das zuverlässigste Beispiel

Höhe der Hg-säule in mm	0, 35, 70, 105, 140, ... 242, 277, 312, 348, 384, 421,
Steiggeschwindigkeit	35, 35, 35, 35, 35, 35, 36, 36, 37,
Höhe der Hg-säule in mm	459, 497, 537, 574, 612, 652, 692, 780, 770, 809, 849,
Steiggeschwindigkeit	38, 88, 40, 37, 38, 40, 40, 38, 40, 89, 40,
Höhe der Hg-säule in mm	889, 929, 969, 1010, 1050, 1090, 1133. 1176, 1220
Steiggeschwindigkeit	40, 40, 40, 41, 40, 40, 43, 43, 44,

anführen will, obschon ich diesen Punkt nicht genauer verfolgt habe und daher nicht sagen kann, ob und wie stark Veränderungen der Steigrohrweite und Windstärke mitgespielt haben.

Die Tabelle zeigt, daß mit der plötzlichen Herabsetzung der Zugspannung eine plötzliche Steigerung der Geschwindigkeit verbunden ist; ein Resultat, das sich jedenfalls qualitativ mit den vorigen Ergebnissen deckt.

Haben wir bisher das Verhalten bei relativ großer Steiggeschwindigkeit kennen gelernt, so ersehen wir aus den Angaben HULETTS, daß auch bei kleiner Steiggeschwindigkeit die Änderung in demselben Sinne erfolgt. *Der Vollständigkeit wegen sei seine* Tabelle hier mitgeteilt:

Höhe der Quecksilbersäule in mm	565, 589, 612, 635, 658, 680, 725, 748, 838, 857, 878
Geschwindigkeit des Steigens des Quecksilbers pro Minute	1,56, 1,53 1,53 1,53 1,50 1,49 1,51, 1,51 1,26 1,40

Aus der Bemerkung HULETTS „dieser Vorgang (Veränderung der Steiggeschwindigkeit) blieb vollkommen gleichmäßig bis zu wenigstens einer halben Atmosphäre unterhalb des Nulldruckpunktes herab" muß man schließen, daß die von ihm angeführte Tabelle sowohl nach oben wie nach unten in ähnlicher Weise weiterläuft. Unser Autor brachte um den Trichter einen Thermostaten an und trieb über die poröse Platte einen schnell fließenden Luftstrom. Da also während des Versuches die Temperatur und der Teildruck des Wasserdampfes in der Luft als konstant anzusehen sind, so muß die Abnahme der Steiggeschwindigkeit auf eine Abnahme des Dampfdruckes des Wassers zurückgeführt werden, denn letztere allein konnte in diesem Falle die Abnahme der Verdunstung bewirkt haben. Wir kommen somit zum Schlusse, daß eine Zunahme des negativen Druckes eine Abnahme des Dampfdruckes bedingt. Hieraus ergibt sich auch eine interessante Parallele zum osmotischen Druck. Fassen wir den osmotischen Druck auf als negativen Druck auf das Lösungsmittel, so folgt die bekannte Tatsache, daß der Dampfdruck des Wassers fällt, wenn ein Salz in ihm aufgelöst wird.

Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß das, was hier experimentell abgeleitet wurde, auch auf theoretischem Wege erhalten werden kann. Wir bedienen uns zu diesem Zwecke wieder der Vorstellung die uns schon früher[1]) beim Farnannulus Dienste geleistet hat. Wir faßten damals die Interstitien zwischen den kleinsten Wandteilchen als Kapillaren auf und nahmen an, es sei das Imbibitionswasser nach außen durch konkave Menisken be-

1) A. URSPRUNG, Über die Kohäsion des Wassers im Farnannulus. Diese Berichte Bd. 33, p. 153, 1915.

grenzt. Gewöhnlich sagt man nun, daß der Dampfdruck von konvexen Oberflächen größer, von konkaven kleiner ist als von ebenen. Ich habe mich dieser Ausdrucksweise ebenfalls bedient, was in dem betreffenden Falle auch durchaus zulässig war. Hier ist nun aber darauf hinzuweisen, daß nach W. OSTWALD[1]) die Form der Oberfläche unmittelbar nichts mit dem Dampfdruck zu tun hat; mit der Form der Oberfläche ist eine kapillare Erhebung bezw. Depression also ein hydrostatischer Druckunterschied verbunden und dieser ist die Ursache der Verschiedenheit des Dampfdruckes. „Eine Vorstellung von dem Sinne, in welchem sich das Gleichgewicht Flüssigkeit : Dampf durch Pressung der Flüssigkeit ändert, erhalten wir, wenn wir uns überlegen, daß durch die Pressung die wirksame Menge der Flüssigkeit vermehrt wird. Die Folge muß sein, daß auch die wirksame Menge des Dampfes zunimmt, bis wieder Gleichgewicht vorhanden ist. Durch Pressung der Flüssigkeit muß also ihr Dampfdruck zunehmen. Ebenso muß durch negative Pressung das Volum der Flüssigkeit vermehrt, ihre wirksame Menge und somit auch der Dampfdruck vermindert werden." Die quantitative Berechnung stützt sich auf folgende Überlegung. „Wir denken uns die Flüssigkeit in einer senkrechten Röhre enthalten, die unten mit einer halbdurchlässigen[2]) Platte abgeschlossen ist. In einem leeren Raume wird sich dies Gebilde so ins Gleichgewicht setzen, daß oben und unten der Dampfdruck um eben so viel verschieden ist, als der hydrostatische Druck der Dampfsäule ausmacht, deren Höhe gleich der der Flüssigkeitssäule ist. Die Flüssigkeit ist oben und unten nur dadurch verschieden, daß sie unten durch den hydrostatischen Druck der Flüssigkeitssäule zusammengepreßt ist, und wir schließen daraus, daß der Dampfdruck einer Flüssigkeit, etwa Wasser, mit dem äußeren Druck wächst, unter dem sie steht." Der Betrag ergibt sich aus der Gleichung:

$$\frac{\pi - p}{p} = \frac{P\varphi}{RT}$$

worin π = Dampfdruck der gepreßten Flüssigkeit,
p = Dampfdruck der ungepreßten Flüssigkeit,
P = hydrostatische Pressung der Flüssigkeit,
φ = M. v = Molekularvolumen,
M = Molekulargewicht,
v = spezifisches Volumen der Flüssigkeit,

1) W. OSTWALD, Verwandtschaftslehre, I. Teil, II. Aufl., p. 362.

2) Unter „halbdurchlässig" ist hier eine Wand verstanden, die den Dampf durchläßt, nicht aber die Flüssigkeit.

R = molekulare Gasgleichungskonstante = 84690 in Gravitationsmaß,
T = absolute Temperatur.

III. Die Blasenbildung.

Unter 20 auf diesen Punkt hin kontrollierten Versuchen trat die Blase in 10 Fällen im obersten Teil der Quecksilbersäule auf, in 2 Fällen wurde ihre Entstehung im wasserhaltigen Teil des Steigrohres beobachtet. In den 8 übrigen Fällen mußte die Blase im undurchsichtigen Teil des Apparates entstanden sein, also entweder in der obersten Partie des Steigrohres, oder in der zentralen Bohrung des Zweiges oder endlich im Gewebe des Zweiges selbst. *Von der Blasenbildung im Quecksilber können wir völlig absehen;* sie besitzt, da das Metall einer sorgfältigen Reinigung nicht unterzogen wurde, kein Interesse. Über die Ursachen der Blasenbildung im Steigrohr wolle man meine frühere Arbeit[1]) vergleichen. Ob Blasen auch im Zweig auftraten, ließ sich, wie schon erwähnt, nicht beobachten; trotzdem sollen die Möglichkeiten ihrer Bildung kurz diskutiert werden.

1. Was früher am wahrscheinlichsten galt, die Unterbrechung der Kohäsion des Wassers nämlich, erscheint mir in diesem Falle am wenigsten wahrscheinlich; die Begründung wurde schon an anderer Stelle[1]) mitgeteilt. Dort ist auch 2. die Bedeutung ev. Luftschichten besprochen, die der zentralen Bohrung adhärieren. 3. In mehreren Fällen, in denen das Quecksilber die Barometerhöhe bei weitem nicht erreichte, ließ sich im Holz ein feiner Sprung bemerken. Offenbar war hier die Hebungskraft des Meniskus, der die kapillare Spalte nach außen begrenzte, zu klein, um der Zugspannung Stand zu halten. 4. Enger als diese Sprünge sind die Interzellularen, doch wird auch in ihnen bei genügend hoher Zugspannung derselbe Vorgang sich abspielen können. 5. Häufig dürfte es dabei zur Bildung JAMINscher Ketten kommen, die aus den feinen Interzellularen vielleicht überhaupt nie vollständig entfernt waren. Die kleinste durch die Zugspannung bedingte Verschiebung der Kette kann hier ein Bläschen in das Lumen des Apparates einführen. 6. Bei weiterem Wachsen der Zugspannung ist auch die Überwindung jener Menisken zu berücksichtigen, welche die Flüssigkeit der Micellarinterstitien nach außen begrenzen.

---

1) A. URSPRUNG, Über die Blasenbildung in Tonometern. Diese Berichte Bd 33, p. 140; 1915.

IV. Einige Schlußfolgerungen.

Wasser, welches mit einer Geschwindigkeit von ca. 80 mm pro Minute[1]) in einem Steigrohr von ca 0,6 mm Durchmesser aufwärts strömte, vermochte das Gewicht einer Quecksilbersäule von über 206 cm Länge zu tragen. Die Blasenbildung war offenbar nur eine Folge technischer Unvollkommenheiten des Apparates; jedenfalls liegt kein Grund vor, dieselbe auf die Überwindung der Kohäsion fließenden ausgekochten Wassers zurückzuführen.

Die Tatsache, daß die Hebung durch das tote entrindete Holzstück erfolgte, beweist ferner, daß die Imbibitionskräfte dieser Zellwände auch dem maximalen Zug mindestens das Gleichgewicht halten. Da aber dieser Zug selbst von der Flüssigkeit der relativ weiten Interzellularen ausgehalten wurde, so sind für die Imbibitionskräfte auch auf Grund dieser Versuche noch wesentlich höhere Werte anzunehmen. (Beim Farnannulus über 300 Atm.)

Theorie und Experiment führten zum Schlusse, daß die Steiggeschwindigkeit mit zunehmender Zugspannung abnimmt. Wenn diese Beziehung, wie die Theorie es verlangt, allgemein gilt, so *muß es eine Zugspannung geben, bei welcher die Steiggeschwindigkeit* in unserem Apparat Null wird. Hierbei ist natürlich vorausgesetzt, daß die Kohäsion des Wassers ausreicht und daß auch jede andere Form der Blasenbildung unterbleibt. Um die diesem Nullwert entsprechende Zugspannung auf experimenteller Grundlage zu ermitteln stehen uns zwei Wege zur Verfügung. Wir können nach unserer früheren Tabelle die Werte für die Steighöhe auf der X-, die zugehörigen Geschwindigkeiten auf der Y-Achse abtragen und erhalten auf diese Weise eine Kurve deren Verlängerung bis zum Schnitt mit der Abscisse einen Anhaltspunkt für die gesuchte Zugspannung gibt. Bei dem unregelmäßigen Verlauf des experimentell ermittelten Kurventeils und bei der Ungewißheit ob das Gefälle jenseits dieser Partie dasselbe bleibt, ist an die Gewinnung zuverlässiger Werte nicht zu denken. Aus den 3 in der betr. Tabelle mitgeteilten Zahlenreihen ergeben sich so durch ungefähre Schätzung Steighöhen von etwa 2,5; 5 u. 6 Meter Quecksilber. Aus der Tabelle HULETTS läßt sich ebenfalls auf einen Wert innerhalb dieser Grenzen schließen.

Am reinsten dürfte die Bedeutung des Zuges, wie früher bemerkt, da zum Ausdruck kommen, wo er durch Riß in der Quecksilbersäule plötzlich stark reduziert wird. Es sollen daher auch

1) Es ist dies die Steiggeschwindigkeit in jenem Versuch, in welchem die maximale Steighöhe erreicht wurde.

diese Versuche von denen etwas bessere Resultate zu erwarten sind, noch diskutiert werden. Im ersten Falle (man vergleiche die entsprechende Tabelle) stieg die Geschwindigkeit nach dem Riß von 95 auf 120 bei einer Steighöhe von 120 cm. Nimmt man bei entsprechender plötzlicher Verlängerung der Quecksilbersäule eine entsprechende Reduktion der Steiggeschwindigkeit an, so berechnet sich die Geschwindigkeit 0 bei Anwachsen der Quecksilbersäule auf rund 6 Meter. In derselben Weise finden wir in den 4 anderen Fällen für die Geschwindigkeit 0 Quecksilbersäulen von 6; 6,5; 5; 7 Meter Länge. Sehen wir vom Filtrationswiderstand ab, so entspricht das einer Wassersäule von rund 80 Meter Höhe oder 8 Atmosphären.

Auf die Zahlenwerte lege ich, wie schon bemerkt, kein besonderes Gewicht; sie stellen eine vorläufige Orientierung dar. Wichtig aber ist, daß in unserem Apparat bei einer bestimmten Steighöhe auch ohne Blasenbildung und bei fehlendem Filtrationswiderstand das Steigen aufhört. Dies muß schon bei geringer *Steighöhe eintreffen, wenn der Filtrationswiderstand groß ist.* Auf die Bedeutung dieser Folgerung für die Kohäsionshypothese hoffe ich an anderer Stelle einzugehen.

V. Modifikation des Apparates.

Die bisherigen Ausführungen beziehen sich auf Versuche mit einem Apparat, in welchem die früher benutzte Filterkerze durch einen Zylinder aus *Thuja*holz ersetzt war. Es schien mir wünschenswert diese Experimente mit beblätterten, nicht entrindeten, toten *Thuja*sprossen zu wiederholen. Hierbei sind jedoch die zu überwindenden technischen Schwierigkeiten viel größer als im vorigen Falle, weil sich der beblätterte Zweig, wegen des bedeutenderen Filtrationswiderstandes, nicht in so einfacher Weise mit luftfreiem Wasser füllen läßt. Der Apparat mußte abgeändert werden und erhielt im Verlaufe der Untersuchung verschiedene Formen, deren Prinzip aus einer schon früher publizierten Abbildung[1]) ersichtlich ist. Die Handhabung dieses modifizierten Apparates ist umständlicher und die Verhinderung der Blasenbildung viel schwieriger; sie gelingt aber auch hier bei der nötigen Übung und Geduld. Da jedoch die Resultate im wesentlichen dieselben bleiben, so verzichte ich auf ein näheres Eingehen.

Nur auf eine auffallende Verschiedenheit in der Art des Steigens soll noch aufmerksam gemacht werden. Während der

1) A. URSPRUNG, Über die Bedeutung der Kohäsion für das Saftsteigen. Diese Berichte Bd. 31, S 403; 1918.

Aufstieg des Quecksilbers bei Verwendung des entrindeten Zweigstückes kontinuierlich erfolgt, ist dies beim beblätterten Sproß nicht mehr der Fall. Der Meniskus zeigt in unregelmäßigen Intervallen eine Rückwärtsbewegung von 1 mm und mehr, um dann wieder zu steigen. Ähnliches hatte ich schon früher[1]) an partiell lebenden Zweigen beobachtet. Während ich damals die Rückwärtsbewegung vermutungsweise mit einer Unterbrechung der Kohäsion im Zweiginnern in Zusammenhang brachte, scheint sie mir hier eher durch ein Zurückdrängen interzellularer Wassermenisken zu einer Stelle größeren Widerstandes bedingt zu sein.

---

26. Peter Stark: Über die Schwankungen der Gliederzahl im Laubblattquirl von Paris quadrifolia.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 24. V. 15.)

(Mit 3 Figuren im Text.)

Ich möchte hier ganz kurz berichten über die Untersuchungen, welche die Änderungen der Gliederzahl im Laubblattkreis von *Paris quadrifolia* zum Gegenstande haben und in absehbarer Zeit zum Abschluß gelangen werden.

1. Der Verlauf der Variabilitätskurve.

Obwohl der Wechsel der Laubblattzahlen bei der Einbeere von jeher die Aufmerksamkeit der Floristen auf sich gezogen hat, so fehlt es bisher trotzdem vollständig an einer variationsstatistischen Bearbeitung. Ich habe diese Lücke wenigstens für Südwestdeutschland auszufüllen versucht und gebe die Zahlenwerte wieder, die sich auf ein großes, an den verschiedensten Standorten gesammeltes Material stützen und das allgemeine Verhalten in dem genannten Gebiete charakterisieren:

Gliederzahlen:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Sa.
Zahl der Individuen:	402.	128.	5729.	75968.	3024.	174.	10.	85435.

Die Kurve zeigt also ein gewaltiges Maximum über 4 und ein entsprechend steiles Abfallen beider Schenkel nach links und rechts; ihre Grenzen sind durch 1 und 7 markiert. Über den Einern, die übrigens keine Sprosse sind, sondern sproßvertretende

---

1) A. URSPRUNG, Über die Bedeutung der Kohäsion für das Saftsteigen. Diese Berichte Bd. 31, S. 403; 1913.

Niederblätter, ist ein zweites, sekundäres Maximum angedeutet. Infolge der etwas stärkeren Ausbildung des linken Schenkels erhalten wir als Mittelwert 3,96.

II. Die Größenmaße der verschiedenzähligen Sprosse.

Wenn man einen Standort der Einberre genau mustert, dann fällt sofort auf, innerhalb welch weiter Grenze die Größe der einzelnen Individuen schwankt. Man bemerkt auch, daß bei den kleinen Formen die Dreier, bei den großen die Fünfer vorherrschen. Diese Verhältnisse treten noch klarer hervor, wenn man eine größere Menge verschiedenzähliger Sprosse mißt und Mittelwerte für die einzelnen Klassen aufstellt. Ich gebe in den beiden folgenden Tabellen die Resultate von zwei Standorten wieder. Gemessen wurde die Stengellänge, die Blattlänge und die Blattbreite. Da zwischen den blühenden und nichtblühenden Sprossen derselben Klasse noch größere Maßverschiedenheiten bestehen als zwischen gleichartigen Sprossen benachbarter Klassen, so wurden auch die Blühsprosse und die nichtblühenden gesondert behandelt.

Tabelle I. Schönberg bei Freiburg IX. 1912.

Gliederzahl	nichtblühende Sprosse				blühende Sprosse			
	Stengel-länge	Blatt-länge	Blatt-breite	Zahl der Indiv.	Stengel-länge	Blatt-länge	Blatt-breite	Zahl der Indiv.
3	7,2 cm	4,2 cm	2,2 cm	10	—	—	—	—
4	12,7 „	6,4 „	3,4 „	150	20,8 cm	9,0 cm	5,3 cm	150
5	16,2 „	7,7 „	3,9 „	150	22,5 „	9,5 „	5,2 „	150
6	17,2 „	8,0 „	4,0 „	4	24,2 „	9,8 „	5,1 „	20

Tabelle II. Döggingen (Baar) VII. 1914.

Glieder-zahl	Stengel-länge	Blatt-länge	Blatt-breite	Zahl der Indiv.	Stengel-länge	Blatt-länge	Blatt-breite	Zahl der Indiv.
1	2,6 cm	1,6 cm	1,2 cm	70	—	—	—	—
2	3,2 „	2,0 „	1,1 „	28	—	—	—	—
3	3,9 „	2,5 „	1,2 „	256	—	—	—	—
4	7,2 „	4,3 „	2,1 „	297	17,4 cm	7,6 cm	4,2 cm	189
5	12,2 „	6,9 „	3,3 „	12	20,0 „	9,1 „	4,5 „	11

Wir sehen, daß in beiden Tabellen die Stengellängen und Blattlängen mit der Gliederzahl wachsen; anders verhalten sich die Blattbreiten. Die Einer, Zweier und Dreier von Döggingen sind etwa gleich breit, und dasselbe gilt von den blühenden Vierern, Fünfern und Sechsern des Schönbergs. Wenn wir aber die relative

und *nicht die absolute Blattbreite berücksichtigen*, so können wir sogar den Satz formulieren, daß die Blattbreite der Gliederzahl umgekehrt proportional ist. Da die Reduktion der Blattbreite schon einsetzt, ehe eine Gefahr des Überdeckens der Spreiten vorhanden ist, so müssen hier wohl innere Faktoren mitwirken. Trotz dieses Verhaltens tritt von Klasse zu Klasse eine erhebliche Vermehrung der assimilierenden Fläche ein.

III. Die Variabilitätskurve der blühenden und der nichtblühenden Individuen.

Die *Paris*gesellschaft eines jeden Standorts setzt sich aus einer bestimmten Menge blühender und nichtblühender Individuen zusammen. Da nun der nichtblühende Anteil des Bestandes der schwächlichere ist, da aber hohe Gliederzahlen vorzüglich bei kräftigeren Individuen auftreten, so darf man annehmen, daß die Variabilitätskurve der blühenden und der nichtblühenden Sprosse einen verschiedenen Verlauf nimmt. Diese Vermutung hat sich denn auch an allen Standorten bestätigt. Ich greife nur ein Beispiel von vielen heraus:

Tabelle III. Daxlandeu bei Karlsruhe 1914.

	Gliederzahlen							Mittl. Gliederzahl	Gesamtzahl
	1	2	3	4	5	6	7		
Nichtblüh.	35	15	775	8153	147	2	—	3,917	9127
Blühend. .	—	—	10	3736	191	9	1	4,051	3947
dto. in % .	0,38	0.16	8,49	89,33	1,61	0,02	—	—	—
„	—	—	0,25	94,65	4,84	0,23	0,03	—	—

Ein Blick auf die Tabelle III zeigt, daß sich tatsächlich die beiden Variabilitätskurven ganz verschieden verhalten. Zwar liegt wie stets bei unserer einheimischen Einbeere der Gipfel beidemal auf 4, aber bei den nichtblühenden Sprossen ist der linke Ast der Kurve, bei den Blühsprossen der rechte stärker ausgebildet; außerdem decken sich nicht die unteren und oberen Grenzen. Man kann also sagen, daß bei den Blühsprossen eine Verschiebung nach rechts stattgefunden hat, und dies gelangt auch in der mittleren Gliederzahl zum Ausdruck, die im einen Fall unter, im anderen Fall über 4,0 liegt.

IV. Das Verhalten der Gliederzahlen im Verlaufe der individuellen Entwicklung.

Wenn eine Einbeere sich aus dem Samen entwickelt, dann tritt sie ihrem geringen Vorrat an Reservestoffen entsprechend zu-

nächst in das Einerstadium ein. Aber im Laufe der Jahre erstarkt sie mehr und mehr, anstelle des einen Niederblatts werden richtige Sprosse gebildet, und nun steigt nicht immer geradlinig, sondern vielfach in Oszillationen die Gliederzahl von 2 bis 4 an, aber das Viererstadium bedeutet nur für einen Teil die Endstation, manche schreiten noch weiter fort, im günstigsten Falle bis zum Siebenerstadium, andere wieder treten in eine rückläufige Phase ein. Dies liegt an den speziellen Ernährungsverhältnissen, die sich von Stelle zu Stelle und von Jahr zu Jahr wandeln. In der Gliederzahl äußert *es sich, ob eine Pflanze im Laufe ihrer Entwicklung einen* Vorsprung vor einer anderen gewonnen hat. Die Viererklasse insgesamt genommen ist kräftiger als die Dreierklasse, aber schwächer als die Fünferklasse. Deshalb wird auch eine Gesellschaft von Dreiern im nächsten Jahr eine ganz andere Zusammensetzung zeigen als eine solche von Vierern; die eine wird mehr niederzählige, die andere mehr *höherzählige Individuen entwickeln. Die folgende* Tabelle veranschaulicht diese Verhältnisse. Sie wurde derart hergestellt, daß im Herbst an den verschiedenen Standorten die Gliederzahl des diesjährigen Sprosses und gleichzeitig die des dazugehörigen in der unterirdischen Knospe schon angelegten des nächstjährigen Sprosses festgestellt wurde.

Tabelle IV.

diesjährige Gliederzahl	Gliederzahl im nächstfolgenden Jahr						Mittl. Gliederzahl	Zahl der Individuen
	1	2	3	4	5	6		
1	10	3	19	3	—	—	2,43	35
2	4	2	8	2	—	—	2,50	16
3	1	1	48	64	—	—	3,54	114
4	—	1	5	355	29	5	4,08	395
5	—	—	3	265	71	10	4,27	349
6	—	—	—	37	22	5	4,50	64
7	—	—	—	1	1	3	5,40	5

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, ein wie enger Zusammenhang zwischen den Quirlzahlen in zwei aufeinanderfolgenden Jahren besteht. Jede Klasse spaltet im nächsten Jahre in eine Gesellschaft verschiedenzähliger Individuen auf. Aber diese einzelnen Gesellschaften sind von Klasse zu Klasse stark verschieden. Bei der Einer- und Zweierklasse liegt der Gipfel im nächsten Jahre auf 3, ein Nebengipfel auf 1. Bei der Dreierklasse ist der Gipfel zwar schon nach 4 abgerückt, aber der linke Ast der Variabilitätskurve ist sehr stark ausgebildet, während der rechte fehlt. Bei der Vierer-, Fünfer- und Sechserklasse liegt der Gipfel im nächsten

Jahre zwar wiederum auf 4, aber in demselben Maße, als der linke Schenkel der Kurve verschwindet, beginnt der rechte zu erstarken. Bei den Siebenern endlich ist das Maximum nach 6 gewandert. Diese Verhältnisse äußern sich natürlich auch darin, daß die Mittelwerte eine ansteigende Reihe bilden. Während die Einerklasse im folgenden Jahr eine mittlere Gliederzahl von 2,43 besitzt, erhebt sich dieser Wert bei der Siebenerklasse bis zu 5,40. Da aber die entsprechenden Werte im Vorjahre 1,00 und 7,00 waren, so hat eine Annäherung an die Viererklasse stattgefunden. Dieselbe Erscheinung zeigt sich bei den Zweiern, Dreiern, Fünfern und Sechsern. Oder mit andern Worten: Während die Viererklasse nahezu ihre mittlere Gliederzahl beibehält, findet bei den Minusvarianten eine Erhöhung, bei den Plusvarianten eine Erniedrigung des Mittelwertes statt. Dieses Zurückfluten zum normalen Mittelwert der ganzen Gesellschaft, der ja stets sehr nahe bei 4,00 liegt, bewirkt, daß die Zusammensetzung eines ganzen Bestands im Laufe der Jahre annähernd gleich bleibt. Wir haben hier also ein Verhalten, daß an die „Regression“ beim Wechsel von ganzen Generationen erinnert. Daß sich tatsächlich dieser Prozeß im dritten Jahre genau so wie im zweiten abspielt, konnte ich durch Kulturen im botanischen Garten zu Freiburg feststellen.

V. Über die Gliederzahlen an verzweigten Rhizomen

Wenn ein Rhizom einen Seitensproß besitzt, so ist dieser Seitensproß naturgemäß in seiner Entwicklung hinter dem zugehörigen Hauptsproß zurück. Wir werden nun erwarten dürfen, daß dies auch in der Gliederzahl seinen Ausdruck findet. Daß dem tatsächlich so ist, geht aus der folgenden Tabelle hervor, in der die Befunde von mehreren Standorten susammengestellt sind.

Tabelle V.

Gliederzahl des Hauptsprosses	Gliederzahl des Seitensprosses					Mittlere Gliederzahl d. Seitenspr.	Zahl der Fälle
	1	2	3	4	5		
1	4	—	1	—	—	1,4	5
3	4	2	6	4	—	2,63	16
4	—	2	53	73	15	3,71	143
5	—	—	6	89	17	4,10	112
6	—	—	—	10	4	4,29	14

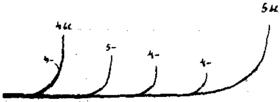
Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, daß die Gliederzahl des Seitensprosses nur ganz ausnahmsweise die des Hauptsprosses über-

steigt. Die vorletzte Vertikalspalte läßt außerdem erkennen, daß mit Ausnahme der Einer die Gliederzahl der Seitensprosse im Mittel stets kleiner ist als die des Endsprosses, und zwar ist dieser Unterschied um so beträchtlicher, je höherzählig der Endsproß ist. Die Sechsersprosse entwickeln überhaupt nur minderzählige Seitensprosse. Diese Unterschiede würden noch viel klarer zutage treten, wenn nicht noch ganz andere Differenzen zwischen Hauptsproß und Seitensproß beständen. *Jene tragen nämlich meistens Blüten, diese nur ausnahmsweise,* und nun haben wir ja schon festgestellt, daß nichtblühende Sprosse an sich schon wesentlich kleiner sind als blühende mit gleicher Gliederzahl.

Ein Seitensproß durchläuft in seiner Entwicklung in gewissem Sinne dieselben Stadien wie ein Keimling und wenn nun ein Rhizom hintereinander mehrere Seitensprosse trägt, dann können wir diese *Stadien gleichzeitig beobachten.* Wir bekommen hier die verschiedensten Bilder; ich führe hier nur zwei schematisch an:

a b

Bei Schema a haben wir einen blütenlosen Fünfer als Endsproß und daran anschießend als Seitensprosse erst einen nichtblühenden Dreier und dann zwei nichtblühende Vierer. Bei Schema b haben wir einen blühenden Vierer, der als Seitensprosse einen blütenlosen Zweier und dann einen ebensolchen Vierer trägt. Wir sehen also, daß bei den Seitensprossen die Gliederzahl dem Alter und dem Maße des Erstarkens entsprechend von vorn nach hinten ansteigt. Wenn die Zahl der Seitenäste des Rhizoms noch größer wird und zu den primären Verzweigungen noch sekundäre hinzutreten, dann erhalten wir etwas *komplizier*tere Bilder. Hier nur ein Beispiel:



Daß in diesem Falle auf einen blütenlosen Fünfer ein blühender Vierer folgt, entspricht durchaus dem allgemeinen Kräftemaß dieser beiden Sproßformen. Überhaupt zeigen die Messungen bei

solchen Rhizomen stets, daß eine peinliche Gesetzmäßigkeit zwischen dem Alter der Sprosse, ihrer Gliederzahl und ihrer Größe besteht.

Eine Seitensproßbildung besonderer Art setzt dann ein, wenn einzelne Internodien am Hinterende des Rhizoms durch Wegfaulen von Zwischenpartien isoliert werden. Der geringe Vorrat von Baustoffen reicht in diesem Falle nur zur Entstehung von kleinen Zwergformen aus, die ihrer überwiegenden Zahl nach 1—3blättrig nur sehr selten 4blättrig sind. Wenn man Rhizome künstlich zerstückelt, kann man sich sehr leicht in den Besitz derartiger Individuen setzen.

VI. Einfluß der Standortsverhältnisse auf die Gliederzahl.

Vergleicht man die *Paris*bestände an verschiedenen Fundpunkten, dann zeigt sich, daß sie erheblich voneinander abweichen. Dies hängt damit zusammen, daß die Gliederzahl in hohem Maße von den Standortsverhältnissen abhängig ist. Besonders ist die Bodenqualität von ausschlaggebender Bedeutung. Aus der folgenden Tabelle ist der Verlauf der Variabilitätskurve auf verschiedenen Bodenarten zu ersehen.

Tabelle VI.

	Boden	Gliederzahl							Mittl. Gliederzahl	Mittl. Fehler	Zahl der Indiv.
		1	2.	3.	4.	5.	6.	7.			
Schönberg . .	Mergel	—	—	37	9292	1156	104	8	4,12	0 0039	10597
Daxlanden . .	Lehm	35	15	785	11889	338	11	1	3,95	0,0030	13074
Maxau	Sand	34	6	158	787	93	7	—	3,85	0,0228	1085
Bärwald . . .	Gneiß	42	3	178	1123	67	2	—	3,83	0,0165	1415
Döggingen . .	Rohhumus	41	13	162	750	18	—	—	3,70	0,0249	984

Diese Tabelle, die übrigens nur ein Auszug aus einer wesentlich größeren ist, wurde derartig hergestellt, daß an den einzelnen Standorten möglichst alle Individuen abgezählt wurden. Daß bei den unteren Standorten die Gesamtzahl der Individuen so gering ist, hängt damit zusammen, daß auf ungünstigen Böden die Bestände immer spärlicher sind.

Der Schönberg mit seinem kalkreichen Untergrund weist die höchsten Gliederzahlen auf. Daran schließt sich der Rheintallehm von Daxlanden an, der nur geringe Beimengungen von Kalk enthält. Die beiden Kieselböden, Maxau und Bärwald, zeigen einen weiteren Rückgang. Die Zahl der Einer übersteigt schon 1 Prozent um das Dreifache. Den Tiefpunkt endlich stellt Döggingen mit seinem Rohhumusboden dar. Während beim Schönberg die extremen Varianten am unteren Ende der Variabilitätskurve fehlen, läßt

Döggingen diejenigen des oberen Endes vermissen. Dementsprechend sinkt auch die mittlere Gliederzahl von 4,12 auf 3,70 herunter.

Der Dögginger Standort ist dadurch bemerkenswert, daß die Einbeere in eine ganz fremde Genossenschaft hineingeraten ist. Die Baumvegetation besteht aus Fichten, und anstelle der üblichen Begleitflora treffen wir infolgedessen Formen wie *Epipogon*, *Corallorhiza*, *Monotropa*, *Melampyrum*, *Pirola* usw. Die Rhizome stecken oft völlig in Fichtennadelhumus, und dadurch ist im wesentlichen die kümmerliche Entwicklung der Einbeere bedingt. Denn man kann tatsächlich von Verkümmerung reden, wenn man die Größenmaße des Schönbergs mit denen von Döggingen vergleicht (Tab. I u. II).

Neben der Bodenqualität fällt besonders die Lichtmenge als bestimmender Faktor in die Wagschale; je tiefer der Schatten ist, desto niederer ist die Quirlzahl. Und da sich bei jedem größeren Bestande die Beleuchtung von Stelle zu Stelle wandelt, so finden auch allenthalben kleinere Oszillationen der mittleren Gliederzahl statt. Eine kleine Nadelholzpartie, die in den Laubwald eingestreut ist, eine Lichtung, eine größere Anreicherung von dichtem Gestrüpp, das alles findet in dem Mittelwert seinen getreuen Ausdruck. Dafür liefert die folgende Tabelle einen Beleg.

Tabelle VII. Neudorf bei Straßburg.

	Gliederzahl						Mittl. Gliederzahl	Zahl der Indiv.
	1.	2.	3.	4.	5.	6.		
Stelle I, sehr starker Schatten	5	1	31	208	3	1	3,83	249
„ II, starker Schatten	2	1	33	284	6	0	3,89	326
„ III, jüngere Ausholzung	1	1	40	605	20	1	3 97	668
„ IV, lichtes Gebüsch mit Rasen .	3	0	67	1343	42	4	3,98	1459
Zusammensetzung des ganzen Bestands	57	17	982	13160	457	26	3,95	14699

Es zeigt sich also, daß bei günstigen Lichtverhältnissen der lokale Mittelwert den gesamten übersteigt, während er bei Lichtmangel unter den durchschnittlichen Betrag herunterrückt.

VII. Gliederzahl und Verpilzung.

Da die Einbeere fast ausnahmslos im Zustande der Verpilzung angetroffen wird, da aber das Ausmaß der Mykorhizabildung beträchtlichen Schwankungen unterliegt, so taucht naturgemäß die Frage auf, ob eine Korrelation zwischen der Gliederzahl und der Verpilzung besteht. Meine Untersuchungen haben nun ergeben, daß an ein und demselben Standort alle Individuen etwa in demselben Grade verpilzt sind, wie groß auch ihre Gliederzahl ist.

Dagegen ergeben sich erhebliche Unterschiede, wenn man die Rhizome verschiedener Lokalitäten miteinander vergleicht und zwar besteht hier die auffällige Beziehung, daß Standorte mit hoher mittlerer Gliederzahl auch stets durch üppige Mykorhizabildung charakterisiert sind, und daß mit dem Mittelwert auch die Verpilzung zurückgeht. Die Verpilzung erreicht ihr Minimum im Fichtenwald von Döggingen. Diese Tatsache verdient deshalb Beachtung, weil die Einbeere hier in einer Mykorhizagesellschaft lebt, wie sie prägnanter nicht gedacht werden kann. Gehören doch allein 10 mykotrophe Orchideenarten zu den typischen Komponenten des Bestandes. Offenbar stellt der Wurzelpilz der Einbeere seine besonderen Ansprüche und wird durch die sauere Reaktion des Rohhumus geschädigt. Und vielleicht beruht gerade darauf die kümmerliche Entwicklung der Einbeere. Sie ist im Kampfe um die Nährsalze ihren stark verpilzten Konkurrenten nicht gewachsen. Wie dem auch sei, auf alle Fälle übt die Mykorhiza einen günstigen Einfluß auf das Gedeihen der Einbeere aus. Dort, wo die Einbeere von Jugend auf in enger Symbiose mit dem Pilze lebt, dort gelangt sie auch zu üppiger Entfaltung.

Ich bemerke noch, daß die Angaben über den Verpilzungsgrad nicht auf einer unsicheren Schätzung beruhen, sondern daß Hunderte von Wurzeln auf ganzer Länge untersucht wurden und daß das Verhalten jeder einzelnen Wurzel genau registriert wurde. Doch will ich hierauf wie überhaupt auf die Verpilzungsfrage erst in der ausführlicheren Arbeit näher eingehen.

Wir können es als das Ergebnis dieser Untersuchungen bezeichnen, daß ein sehr enger Zusammenhang zwischen der Zahl der Laubblätter und dem Ernährungszustande bei der Einbeere besteht. Dieser Ernährungszustand ist aber selbst wieder von den verschiedensten Faktoren abhängig, inneren und äußeren. Das Alter eines Sprosses, seine Stellung am Rhizom, der Grad der Verpilzung, die Qualität des Bodens, die Intensität der Beleuchtung; das alles wirkt zusammen und bestimmt, nach welcher Richtung und in welchem Maße sich dieser Sproß von dem normalen Vierertypus entfernt.

Hinsichtlich der Literatur verweise ich auf die spätere Publikation.

27. L. Wittmack: Hierochloe odorata mit drei Narben.

(Mit einer Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 28. Mai 1915.)

Seit einigen Jahren wird in einem Sumpfpflanzenkasten in der Kgl. Tierärztlichen Hochschule zu Berlin eine kleine Anzahl *Hierochloe odorata* Wahlenberg (*H. borealis* R. u. Sch.), Mariengras, Darrgras, kultiviert, die Herr Dr. DUYSEN an der Oberspree gesammelt und mir freundlichst zur Verfügung gestellt hatte.

Erst in diesem Jahre habe ich die Blüten genauer untersucht und zu meinem *Erstaunen gefunden, daß mehrere Stöcke an* fast sämtlichen Blüten drei Narben statt der normalen zwei hatten. Die meisten Pflanzen hatten schon abgeblüht, aber trotzdem ließ sich das noch feststellen; denn die Narben bleiben lange stehen.

In einigen Fällen war die dritte Narbe nur als ein Ast einer der beiden normalen anzusehen (Abb. 1, f), in anderen aber waren alle drei Narben deutlich voneinander getrennt und dann die mittlere die größte (Abb. 1, g). Alle drei Narben treten zu einem etwas platten *Griffel zusammen, so daß man vielleicht auf eine* Art Verbänderung schließen darf. Im nächsten Jahre werde ich frühzeitiger die Blüten untersuchen, um das noch näher festzustellen. — Auch an Herbarexemplaren der Kgl. Landwirtschaftlichen Hochschule fand ich später dreinarbige Blüten oder zwei Narben mit einem Ast. Es scheint also gar nicht so selten zu sein.

Für *Hierochloe odorata* ist, so viel ich weiß, das Vorkommen von drei Narben noch nicht bekannt gewesen[1]), wohl aber für *Hierochloe australis*. Durch PENZIGs Teratologie, Genua 1894, S. 466 wurde ich auf eine diesbezügliche Mitteilung von HACKEL im Bot. Centralblatt Bd. 8, 1881, S. 153—157, aufmerksam gemacht. HACKEL beschreibt dort *unter dem Titel „Zwei Bildungsabweichungen* am Pistill von Gräsern" zunächst eine Mißbildung am Mais und dann eine an *Hierochloe australis* R. u. Sch. und zwar an einem Exemplar, das er seit 3 Jahren im Garten hatte.

Mehr als die Hälfte der an den zahlreichen Rispen befindlichen Ährchen hatte bei HACKEL alljährlich Zwitterblüten mit dreinarbigen Pistillen, ja manchmal erschienen dieselben auf den ersten Blick viernarbig. — Während aber in den von mir untersuchten Blüten die dritte Narbe stets gut ausgebildet war, sagt

1) *Doch! Siehe Nachtrag.*

HACKEL, daß sie bei ihm bald nur ein etwa 1 mm langes Spitzchen ohne Papillen darstellte, bald die halbe Länge der normalen erreichte, bald der letzteren an Länge (niemals jedoch an Dicke) gleichkam und mit Papillen reichlich besetzt war; immer stand sie median zwischen den normalen, auf der Vorderseite des Ovariumgipfels. Manchmal fand er sie auch einseitig an eine der beiden normalen Narben ein Stück hinaufgewachsen. Der Anschein eines viernarbigen Pistilles entstand bei HACKEL aber dann, wenn bei Vorhandensein einer medianen dritten eine der beiden seitlichen Narben eine mehr oder weniger tiefe Spaltung (bis auf $^1/_3$ oder $^1/_2$

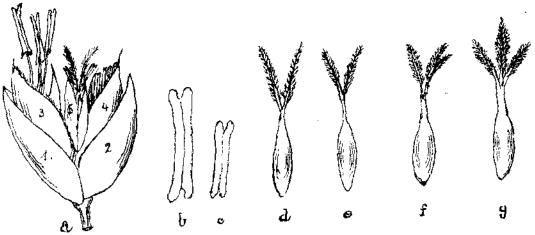


Abb. 1. *Hierochloe odorata.* a ein Ährchen, 1 u. 2 die beiden tauben Hüllspelzen, 3 u. 4 die beiden männlichen Blüten, die gewöhnlich als 3. u. 4. Hüllspelzen angesehen werden, obwohl jede dieser Blüten auch eine Vorspelze hat. 5 die Zwitterblüte. b Staubbeutel der ♂, c der Zwitterblüte, d lange Narben der normalen Zwitterblüte, e kürzere Narben, aber längerer Griffel einer solchen, f 2 Narben, von denen die eine einen Ast hat, g 3 vollständig entwickelte Narben auf fast bandartigem längerem Griffel.

der Länge) aufwies; doch war dieser Fall selten. HACKEL bemerkt weiter: „Die untere Hälfte der von mir als „Narben“ bezeichneten Gebilde ist übrigens immer ohne Papillen, also besser als Griffel anzusprechen.“

Das letztere ist ebenfalls bei *Hierochloe odorata* oft zu finden, und man könnte solche Narben deshalb „sprengwedelförmig“ nennen. Im übrigen lehrt ein Blick auf unsere Figur, daß unser Fall doch wohl etwas anders liegt als bei HACKEL, da bei unseren Blüten die drei Narben zu einem platten Griffel verwachsen oder wenigstens verklebt sind.

Beim Vergleich von normalen, zweinarbigen Blüten aus der Tierärztlichen Hochschule mit solchen aus dem Herbarium der

Landwirtschaftlichen Hochschule bemerkte ich, daß die Narben der *Herbarpflanzen viel länger, der Griffel* dagegen kürzer war als bei ersteren (vergl. Abb. d mit e). Bei den Herbarblüten betrug die Länge des papillösen Teils der Narbe etwa 1,5 mm, die des Griffels nur 0,5 mm, die des Fruchtknotens 1 mm. Das entspricht etwa der Angabe von ASCHERSON & GRAEBNER, die in ihrer Flora des nordostdeutschen Flachlandes S. 79 als Gattungscharakter für *Hierochloe* sagen: Griffel ziemlich kurz, und in ihrer Synopsis der *mitteleuropäischen* Flora Bd. II 1, S. 29 ff. für *H. odorata* anführen: Narben etwa 2 mm lang, wenig oder nicht aus dem Ährchen hervorragend, Frucht sehr klein, kaum 2 mm lang, walzlich eiförmig, mit aufgesetztem Griffelrest.

Bei den Exemplaren der Tierärztlichen Hochschule, die leider nie reife Früchte auszubilden scheinen, war dagegen der Griffel länger, etwa 1,5 mm, die Narben d. h. ihr papillöser Teil kürzer, etwa 1 mm. So ist es auch bei den Blüten mit $2^1/_2$ Narben und den mit 3 Narben (Abb. f u. g). Die 3 Narben spreizen übrigens oft mehr als in der Abbildung dargestellt ist. Wie man sieht, ist die mittelste Narbe nicht nur länger, sondern meist auch dicker, während HACKEL sie als stets dünner bezeichnet. Wesentliche Unterschiede unter den 3 Narben fand ich eigentlich nicht.

Auffallenderweise erwähnt HACKEL bei der allgemeinen Charakteristik der Gräser in ENGLER & PRANTL, Natürliche Pflanzenfamilien II. T. 2. Abt., 1889, S. 8, seine eigene, schon 1881 veröffentlichte Wahrnehmung bei *Hierochloe* gar nicht. Er sagt nur, nachdem er die 3 (freien oder z. T. verwachsenen) Griffel vieler Bambuseae und *Streptochaete* angeführt hat: Bei manchen Gräsern (z. B. *Briza media*) findet sich häufig ein (manchmal selbst mit Narbe versehenes) hinteres Griffelrudiment, welches dann als Commissural-Gebilde . . . zu deuten ist.

Den Fall bei *Briza media* behandelt HACKEL hinsichtlich seiner Theorie der Grasblüte ausführlicher im Bot. Centralblatt a. a. O. Er bemerkt, daß schon KUNTH ihn beobachtet und sehr schön abgebildet habe (Enumeratio Graminum Bd. II, S. 308 und Tab. XXV, Abb. 2 c). — Auch ASCHERSON sagt schon 1864 in seiner Flora der Prov. Brandenburg, daß man „häufig" bei *Briza media* Blüten mit 3 Narben finde; ebenso in ASCHERSON & GRAEBNER, Flora d. nordostdtsch. Flachlandes, und in ihrer Synopsis heißt es sogar: „sehr häufig". — KUNTH nennt im Gegensatz zu HACKEL das 3. Griffelrudiment bei *Briza media* ein vorderes. Das würde für die Trikarpellar-Theorie des Pistills der Gräser sprechen, die JULIUS SCHUSTER in seiner trefflichen Arbeit „Über

die Morphologie der Grasblüte“ (Flora Bd. 100) meiner Meinung nach mit Recht verteidigt, wie denn auch LOTSY die Gräser von den Juncaceen ableitet. — Herr Dr. J. SCHUSTER macht mich noch auf die Abbildungen von SCHMALHAUSEN in dessen *russisch* geschriebener Arbeit: „Über die Grasinflorescenz“, Taf. I Fig. 25 bis 28, aufmerksam, wo Fig. 25 *Hordeum* mit 2 Narben, Fig. 26 mit 3 Narben und 27 u. 28 mit 5! Narben darstellen. Die Abb. 27 und 28 sind bei SCHUSTER l. c. als Fig. 33 und 34 S. 44 des Sonderabdruckes wiederholt. SCHUSTER sagt mir weiter, daß man bei *Oryza* sehr oft 3 Narben finde.

Die Zwitterblüte von *Hierochloe* ist wie die von *Anthoxanthum* protogynisch und wie bei letzterer nur mit 2 Staubgefäßen versehen, die median stehen, während die beiden seitlichen männlichen Blüten 3 Staubgefäße haben. Die Beutel der letzteren fand ich bedeutend größer als die der Zwitterblüte (vergl. Abb. b u. c), sie sind 1,8 mm lang, die der Zwitterblüte nur 1 mm; allerdings konnte ich von letzteren nur Staubbeutel messen, die noch in der Blüte steckten. Die Pollenkörner sind aber bei beiden gleich groß, in Wasser rundlich, 20—26 μ im Durchmesser.

Interessant ist, daß in der Mandschurei die Blätter von *Hierochloe odorata* zum Parfümieren des Schnapses gebraucht werden, offenbar wegen ihres Kumaringehaltes. Als mein einstiger Assistent, Herr TIETZ, über Sibirien nach China reiste, wurden ihm an den Eisenbahnstationen in der Mandschurei kleine sauber verpackte Bündel eines Grases ohne Blütenstände zu gedachtem Zweck angeboten; er schickte mir davon und ich konnte sie als *Hierochloe odorata* bestimmen.

Nachtrag, den 17. Juni. Herr Dr. SCHUSTER macht mich soeben noch auf VELENOVSKY, Vergleichende Morphologie der Pflanzen, IV. Teil (Supplement), Prag 1913, S. 166 u. Taf. II, Fig. 5 aufmerksam. VELENOVSKY ist auch der Ansicht, daß der Fruchtknoten der Gräser ursprünglich aus 3 Karpellen gebildet zu denken sei. Die Verkümmerung des dritten Griffels kann so weit gehen, daß keine Spur davon zurückbleibt; „umgekehrt aber“, sagt HACKEL weiter, „kann der dritte Griffel ohne alle Übergänge vollständig entwickelt erscheinen, wie ich es häufig bei „*Hierochloe borealis*“ zu beobachten vermochte (Fig. 5).“ — *Hierochloe borealis* R. et Sch. ist synonym mit *H. odorata* (L.) Wahlenberg. — Dagegen schreibt VELENOVSKY S. 163:

„Drei Griffel tragen regelmäßig: *Streptochaeta biosiliensis*, *Streptogyne crinita*, *Pharus glaber* und einige *Bambusa*-Arten. Bald drei-, bald zweigrifflige Fruchtknoten kommen bei *Oryza sativa*, *Bambusa Blumeana*, *Hierochloe australis* vor. Hier nennt er *H. odorata* nicht.

Sitzung vom 25. Juni 1915.

Vorsitzender: Herr J. BEHRENS.

Der Vorsitzende macht Mitteilung von dem im Mai d. J. erfolgten Ableben unseres Mitgliedes, Herrn Professor

Max Schulze

in Jena.

Die Anwesenden ehren das Andenken an den Verstorbenen durch Erheben von ihren Plätzen.

Ferner teilt der Vorsitzende mit, daß er unserem langjährigen Mitgliede, Herrn Geh. Rat. Prof. Dr. **Orth**, zu seinem 80. Geburtstage am 15. Juni im Namen der Gesellschaft ein Glückwunschtelegramm gesandt hat. Ein Dankschreiben des Herrn ORTH ist inzwischen dem Vorsitzenden zugegangen.

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren:

Stark, Dr. **Peter**, in Leipzig, und

Schwarze, Dr. **Curt**, in Hamburg.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen Herr

Naumann, Einar, Assistent für Hydrobiologie am botanischen Institut der Universität in **Lund** (Schweden) (durch R. KOLKWITZ und P. LINDNER) und Fräulein

Kaufmann, Martha, in Braunschweig, Riddagshäuserweg (durch A. PASCHER und R. KOLKWITZ).

Mitteilungen.

28. O. Renner: Erwiderung auf den Aufsatz von A. Ursprung: Filtration und Hebungskraft[1]).

(Eingegangen am 5. Juni 1915.)

A. URSPRUNG hat sich herbeigelassen, sich zu meinen Arbeiten über Wasserbewegung[2]) zu äußern. Nicht als ob meine Beiträge ihm einer Kritik an sich wert erschienen, sondern nur, weil sie „bedauerlicherweise" von anderer Seite Anerkennung gefunden haben.

Zu I. Es bleibt sich nicht gleich, ob man in einen doppelt eingekerbten Zweig unter Druck Wasser einpreßt, wie DUFOUR getan hat, oder ob man mit der Pumpe Wasser durchsaugt, wie ich getan habe. Bei dem DUFOURschen Verfahren wird das Zweigstück weitgehend mit Wasser gesättigt, bevor am freien Ende eine Spur Wasser austreten kann. Das kann stundenlang dauern, weil das Holz infolge der Vorbehandlung weit von der Sättigung entfernt ist. Der von DUFOUR eingeschlagene Weg ist aus diesem und verschiedenen anderen Gründen ganz ungeeignet zur Schätzung der quantitativen Verhältnisse. Wenn URSPRUNG aus einem DUFOURschen Versuch einen „unsinnigen Zahlenwert" für den Filtrationswiderstand berechnet, dann darf er dafür nicht mein „Rezept" verantwortlich machen. Desgleichen sind in meinem Rezept solche Objekte ausgeschlossen, deren Schnittfläche durch Luft verstopft ist.

URSPRUNG spricht von den Berechnungen, die JANSE und andere Autoren nach den an kurzen Achsenstücken gewonnenen Werten für die Filtrationswiderstände ganzer Baumstämme ausgeführt haben. Er zeigt damit nur, daß er gerade die Bedeutung des wichtigsten Punktes in der von mir angewandten Methodik nicht erfaßt: Der künstlichen Schaffung eines lokal begrenzten nach seiner Lage genau bekannten Widerstandes, der auf kein

1) Diese Berichte 1915, S. 112.

2) Im besonderen über „Experimentelle Beiträge zur Kenntnis der Wasserbewegung", Flora 1911, Bd. 108, S. 171.

andere Weise als durch ein steiles Druckgefälle, bzw. eine Druckdifferenz *von so und so viel* Atmosphären, überwunden werden kann.

Zu II. Ich argumentiere: Wenn hohe Widerstände, die in ein abgetötetes Achsenstück verlegt sind, vom Filtrationsstrom überwunden werden, dann müssen die treibenden Kräfte notwendig außerhalb des blockierten Stückes liegen. Zwischen der Schnittfläche und dem Widerstand können sie unmöglich liegen. *Also* müssen sie im Gipfelstück über dem Widerstand zu suchen sein. Die Achse ohne Blätter erzeugt, wie meine Versuche immer wieder ergeben haben, keine hohen Saugkräfte; jedenfalls nur deswegen, weil sie kaum transpiriert. Folglich rühren die Saugkräfte von der Tätigkeit der Blätter her. Durch die Blätter wird auch die Achse in einen saugfähigen Zustand versetzt, wie das starke Nachsaugen nach der Entblätterung zeigt. Dieses Nachsaugen leistet auch die tote Achse (1911, S. 233, 234). Über der blockierten Zone, und zwar in totem Holz, müssen also Unterdrucke von mehreren Atmosphären vorhanden sein. Solche können bestehen im Gefäßwasser; dann sind zugleich auch die Imbibitionskräfte der Gefäßwände tätig, weil Membran und Füllwasser im Gleichgewicht sein müssen. Sollten die Unterdrucke *nur* durch die Entquellung der Membranen geschaffen sein, dann müßten die Gefäßlumina von Wasser vollkommen frei sein, und der Wasserstrom müßte sich über weite Strecken in den Wänden bewegen, was er erfahrungsgemäß nicht kann. Außerdem ist nicht einzusehen, wie in großer Entfernung von transpirierenden Flächen die Membranen eines beträchtlichen Teils ihres Quellungswassers rasch beraubt werden sollen, wie in kurzer Zeit auf dem Weg alleiniger Imbibitionssaugung die Gefäßwände in der selber kaum transpirierenden Achse wasserarm gemacht werden sollen. Durch die Annahme kohärenter in Zugspannung versetzter Wassermassen werden alle beobachteten Erscheinungen leicht und vollkommen verständlich. Wenn URSPRUNG eine andere, bessere Erklärung weiß, so soll er sie doch mir und den Fachgenossen, denen meine Schlüsse nicht so ganz leichtfertig erschienen sind, nicht länger vorenthalten.

Der Satz, daß tote Blätter eine Saugkraft entwickeln, die noch nicht einmal eine Atmosphäre erreicht, ist nur als die an bestimmten Objekten gewonnene Erfahrung ausgesprochen (S. 226, unter „Ergebnis" aus einer bestimmten Gruppe von Versuchen). Das etwas abweichende Verhalten von *Thuja*, die doch keine gewöhnlichen Blätter besitzt, hat gar nichts Auffallendes. An anderen

Stellen sind keine zahlenmäßigen Angaben mehr gemacht. In der Zusammenfassung heißt es (S. 245): „Hohe negative Drucke in den Leitbahnen werden nur durch lebende, nicht durch tote Blätter erzeugt"; und S. 231: „Tote Blätter leisten bei weitem nicht so viel, wie lebende. Die Imbibitionskräfte der transpirierenden Membranen bedürfen also der vermittelnden Mitwirkung der osmotischen Kräfte im Zellinhalt, um ihre Saugung auf die Gefäße zu übertragen." Die Saugkraft der toten Blätter in der gewählten Definition ist nach dem sonst angewendeten Verfahren bestimmt (S. 221, 226). Außerdem ist mitgeteilt, daß bei toten Blättern, ähnlich wie bei der Pumpe (S. 207), die Umkehrung des Potetometers genügt, um die Wasseraufnahme zu steigern (S. 196), was bei lebenden Blättern nie der Fall ist. URSPRUNG stellt die Sache aber so dar, als hätte ich für meine „Behauptung", daß tote Blätter eine Saugkraft von weniger als einer Atmosphäre entwickeln, im Gegensatz zu dem abweichenden Befund von BÖHM an *Thuja*, keine andere Begründung als die, „daß tote Blätte immer rasch welken" (S. 115). Die von URSPRUNG mit Aus lassungen zitierte Stelle (1911, S. 227) heißt: „Damit (nämlic mit der zahlenmäßigen Bestimmung der Saugkraft) stimmt di früher gemachte Beobachtung überein, daß Objekte mit tote Blattflächen in aufrechter Lage immer weniger[1]) saugen als i inverser, und die bekannte Erfahrung, daß tote Blätter imme rasch welken und vertrocknen." URSPRUNGs ernsten Tadel a dem Wort welken muß ich hinnehmen; es sollte heißen: verwelke und vertrocknen. Im übrigen scheint mir, daß URSPRUNG m der Art, wie er hier zitiert und gegen ein unvollständiges Zit polemisiert, weder der Sache noch sich selber einen Dienst leiste

Von den letzten Absätzen in URSPRUNGs Artikel (S. 116, 11 könnte fast jeder angegriffen werden. Ich will aber nur d überraschendsten Satz hervorheben: „Abtöten des Stengels hem das Saftsteigen, nicht aber die Filtration" (S. 116). URSPRU hat viele Hunderte von Abtötungsversuchen ausgeführt und a führen lassen, und nicht ein einzigesmal hat er den Filtratio widerstand des abgetöteten Stückes zur rechten Zeit, nämlich Beginn des Welkens der Blätter, bestimmt oder bestimm lassen. Das ganze riesige Material, das er mit seinem Schü ROSHARDT zu unserer Frage angesammelt hat, ist aus dies

1) Infolge eines Schreibfehlers steht im Original tatsächlich „me URSPRUNG hat das Versehen aber sicher als solches erkannt, sonst hätte den offenbaren Widersinn hervorgehoben.

Grund von sehr zweifelhaftem Wert; das würde auch dann *gelten, wenn jetzt bei neuen Versuchen niedrige* Widerstände gefunden würden, weil auf die Widerstände eben alles ankommt. Tatsächlich hat mein Schüler HANS HOLLE, der inzwischen im Krieg gefallen ist, in einer kleinen Versuchsreihe an krautigen Stengeln zur Zeit des Welkens *immer* hohe Widerstände beobachtet. Ob URSPRUNG in der Lage ist, von der Höhe dieser Leistung auf das „Niveau" meiner Begründungen herunterzusehen, mögen die Fachgenossen entscheiden.

Ich benutze die Gelegenheit, darauf hinzuweisen, daß ich mit denselben Methoden, wie sie URSPRUNG in diesen Berichten (1915, S. 153; der Artikel ist am 22. März eingegangen) schildert, die Kohäsion des Wassers im Farnannulus bestimmt, dieselben Zahlenwerte gefunden und das Ergebnis der in der PFEFFER-Festschrift erscheinenden[1]) Arbeit kurz in der PFEFFER-Nummer der „Naturwissenschaften" (5. März 1915, S. 136) mitgeteilt habe. In der schon erwähnten Arbeit von HANS HOLLE, die bald erscheinen wird, wird über Bestimmung der Kohäsion in anderen Zelltypen berichtet; die Größe der Kohäsion ist danach abhängig von der Zellwand und beträgt z. B. im Holundermark weniger als zehn Atmosphären.

1) Inzwischen erschienenen.

29. C. Wehmer: Praktische Sammlungskästen und -Schränke für Mikroorganismen-Reinkulturen.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 8. Juni 1915.)

Für Laboratorien, welche Reinkulturen von Pilzen oder Bakterien sammeln und weiterzüchten, ist zweckmäßige Unterbringung bekanntlich eine nicht unwichtige Frage. Verlangt wird eine übersichtliche Aufstellung unter möglichster Ausnutzung des Raumes, das wird bei der meist üblichen Aufbewahrung der Kulturröhrchen in Drahtkörben nur unvollkommen erreicht, für Kulturen auf schräger Oberfläche ist dies auch sonst nicht praktisch.

Als sehr zweckmäßig verwende ich im Laboratorium seit Jahren einfache Holzkästen nebenstehender Form (Abb. 1), die Röhrchen

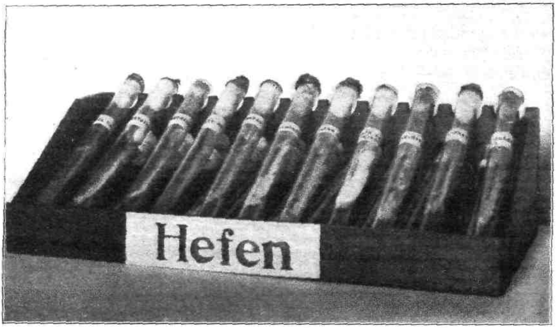


Abb. 1. Sammlungskasten für Mikroorganismen-Kulturen. (ca. $^1/_3$ nat. Gr.)

liegen in doppelter Reihe übereinander, die untere Reihe auf den Lücken der oberen; die schräge Lage hat den Vorteil, daß leichte Beobachtung ohne zuvorige Herausnahme aus dem Kasten möglich ist, bei etwaiger Verwendung gelatinehaltiger Substrate[1]) fällt überdies

1) Für Pilze verwende ich stets ausschließlich gekochte Kartoffeln als Substrat, auf ihnen gedeihen alle Schimmelformen, Holzpilze usw. gut und normal, erstere unter reichlicher Sporenbildung; agar- oder gelatinehaltige Nährböden sind hier möglichst zu vermeiden.

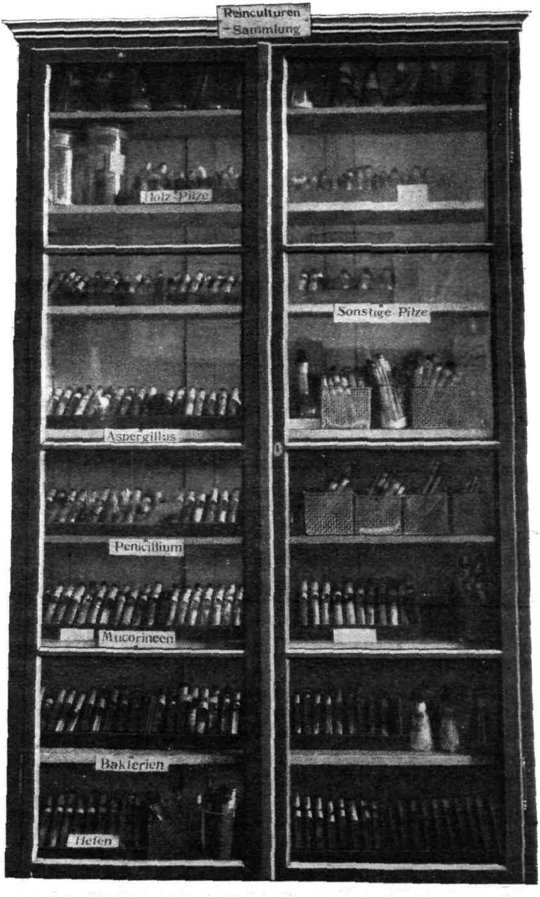


Abb. 2. Sammlungsschrank für Mikroorganismen-Kulturen.
(ca. $^1/_{10}$ nat. Gr.)

das lästige Abfließen bei verflüssigenden Spezies fort. Durch Unterlage eines kleinen Holzkeiles unter den vorderen Rand des Kulturkastens[1]) kann der Substratoberfläche nach Wunsch selbst genau horizontale Lage gegeben werden; man kann die Vorrichtung also auch zum Erstarrenlassen von Agar- oder Gelatineröhrchen für Strichkulturen verwenden. Für Demonstration der Kulturen verschiedener Spezies nebeneinander sind die Kästen natürlich besonders geeignet, bei Parallelversuchen für Vergleichszwecke wird die Kontrolle merklich erleichtert, das liegt alles auf der Hand. Die Kästen sind aus dünnem Fichtenholz nach Maß vom Tischler gefertigt, leicht und sehr handlich, matte dunkle Farbe erhalten sie durch braune Beizung, jeder bietet Raum für ca. 20 Kulturröhrchen.

Speziell für Sammlungszwecke empfiehlt sich Aufstellung der Kulturkästen in Schränken mit verschließbarer Glastür, deren Besonderheit nur in ihrer sehr geringen Tiefe liegt, der vordere Kastenrand steht nur 1 cm von der Tür ab. Ein solcher Sammlungschrank, der kaum 25 cm in das Zimmer vorspringt, nimmt also sehr wenig Platz fort, bei einer Breite von ca. 1,3 m und 2,4 m Höhe faßt er auf rund 8 verstellbaren Einlegbörten ca. 400 bis 600 Reinkulturen, eine Zahl, die für die meisten Zwecke wohl ausreicht, durch Veränderung der Maße natürlich nach Belieben modifizierbar ist. Einzelheiten ergeben sich aus der vorstehenden Photographie (Abb. 2). Das Bild entspricht noch einem etwas älteren Modell, bei zwei neueren Schränken ist die Breite der Holzteile vorn (Türfassung) auf ein Minimum reduziert, die Glasscheiben der Tür sind also größer, auch nur einmal durch Querleiste unterbrochen, überdies sind die Einlegbörte genau auf vier Kastenbreiten berechnet, so daß Raum für rund 640 Kulturröhrchen ist, die, anstatt wie sonst auf mehreren Tischen, so auf kaum 1/3 Quadratmeter Bodenfläche untergebracht werden können. Der Preis der Schränke ist im Vergleich zu dem faktischen Nutzen gering, sie sind aus Nadelholz tunlichst leicht gearbeitet, außen naturfarben gebeizt, innen hell gestrichen[2]).

Die Vorteile einer solchen, vor Zufälligkeiten und Staub möglichst geschützten Aufbewahrung von Reinkulturen sind kla

---

1) Gleiches läßt sich durch eingesetzte Schraube erreichen, wie das dem früheren Modell (D. R. G. M.), welches von den „Vereinigten Fabriken f Laboratoriumsbedarf“ zu Berlin hergestellt wurde, von mir beschrieben ist.

2) Die Sammlungsschränke sind nach aufgegebenen Maßen vom H tischlermeister F. Meyer in Hannover angefertigt, ihr Preis stellt sich a weniger als 100 M.

überdies kann die ganze Sammlung jederzeit außerordentlich leicht übersehen werden; dazu empfiehlt sich eine Aufstellung, welche das Tageslicht nicht ausschließt, direkte Sonne jedoch fernhält. Völligen Lichtabschluß erreicht man gewünschtenfalls durch Vorhang mit Zugvorrichtung.

Eine wesentliche Erleichterung ergibt sich auch bei der Kontrolle der Abimpfungen, wie sie für Sammlungen jährlich einige Male erforderlich ist. Die ältere Kultur pflege ich dann in der unteren Reihe des Sammlungskastens neben der Abimpfung stehen zu lassen, jede Spezies ist so in zwei Exemplaren vorhanden, die Impfung kann erforderlichenfalls sogleich wiederholt werden, vor allem kann ohne weiteres mit der Ausgangskultur verglichen werden, Verwechslungen oder Unklarheiten, langes Suchen u. dgl. sind ausgeschlossen.

Die Brettbreite ermöglicht natürlich auch Einstellen von größeren Kulturkolben oder Drahtkörben mit Reagenzglaskulturen; letztere läßt man zweckmäßig nach gleichem Maß fertigen, die meist gebräuchlichen hohen schmalen Drahtkörbe der Kataloge sind wenig praktisch; der Boden meiner Körbe ist quadratisch, ihre Höhe etwas geringer als die Breite, sie fassen also eine größere Zahl von Kulturröhrchen, die man bequem herausnehmen und einsetzen kann.

Hannover, Mai 1915. Bakteriolog. Laborator. des Techn.-Chem. Instituts der Technischen Hochschule.

30. Hermann Leininger: Physiologische Untersuchungen über Cyathus striatus Willd.

(Mit 3 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 10. Juni 1915.)

Die zierlichen Fruchtkörper der Nidulariaceen, welche auf faulendem Holz und auf dem Erdboden anzutreffen sind, haben schon früher die Aufmerksamkeit der Forscher erregt. Die systematische Bearbeitung der Familie ist zuerst von SCHMITZ[1]) und TULASNE[2]) vorgenommen worden. SCHMITZ hat die hierher gehörigen Formen auf drei Gattungen verteilt: *Nidularia, Crucibulum* und *Cyathus;* TULASNE vervollständigte die Morphologie und stellte eine Reihe neuer Arten auf. Die Entwicklungsgeschichte von *Crucibulum vulgare* wurde von SACHS[3]) und BREFELD[4]) untersucht. Eine zusammenfassende Darstellung der Familie hat E. FISCHER[5]) gegeben; hier findet sich auch die weitere Literatur.

In neuerer Zeit hat R. E. FRIES[6]) die Zytologie der Sporenbildung bei *Nidularia* untersucht.

Während die genannten Arbeiten hauptsächlich die morphologischen und systematischen Verhältnisse der Gruppe zum Gegenstand hatten, wurde die physiologische Erforschung wenig gefördert. Die Hauptschwierigkeit lag, wie bei allen Gastromyzeten in der Gewinnung von Reinkulturen.

Zwar war gerade bei den Nidulariaceen die Sporenkeimung ziemlich früh gelungen. R. HESSE[7]) war der erste, welcher an den Sporen von *Cyathus striatus* Hyphen austreiben sah. Leider macht er gar keine Angaben über den von ihm eingeschlagenen

1) SCHMITZ, In Linnaea XVI, 1842.

2) TULASNE, Recherches sur l'organisation etc. Annal. d. scienc. nat. 3ème Série. Bot. I, 1844.

3) SACHS, Bot. Zeit. 1855, s. auch Lehrb. d. Botanik. 4. Aufl, S. 338

4) BREFELD, Untersuchungen aus dem Gesamtgebiet der Mykologie I 1877, S. 176—180.

5) ED. FISCHER, Nidulariineae in ENGLER-PRANTL, Pflanzenfam. I. 1. 1899, S. 324 ff.

6) R. E. FRIES, Über die zytologischen Vorgänge bei der Sporenbildung von *Nidularia*. Zeitschrift f. Botanik III, 1911.

7) R. HESSE, Keimung d. Sporen von *Cyath. striat.* Willd. PRINGSHEIM Jahrb. X, 1876, S. 199—202.

Weg; er begnügt sich mit der Mitteilung, daß die Sporen „in reinem Wasser keimen, wenn die übrigen zur Keimung erforderlichen Bedingungen erfüllt sind“ (a. a. O. S. 199). Seine Kulturen kamen über die ersten Stadien der Keimung nicht hinaus — wohl aus Nahrungsmangel.

Eingehender und erfolgreicher waren die Untersuchungen von BREFELD[1]) und EIDAM[2]). BREFELD brachte die Sporen in einer Mischung von Pferdemistdekokt und Pflaumensaft zur Keimung und erzielte Myzelwachstum in begrenztem Umfange; EIDAM verwendete außerdem noch Abkochungen von Holz, Rinde usw. und erhielt Myzelanschwellungen, die er als die ersten Anlagen der Fruchtkörper deutet.

Meine eigenen Untersuchungen beziehen sich auf eine Nidulariacee, welche ich im Herbst 1912 in den Wäldern in der Umgebung Heidelbergs antraf; ferner trat sie auf der Erde und den Blattresten eines Topfes mit *Cocos nucifera* im Gewächshaus des bot. Instituts auf. Die Bestimmung mit Hilfe der Floren von RABENHORST und LINDAU sowie der Vergleich mit Herbarexemplaren ergab, daß es sich um *Cyathus striatus* Willd. handelte.

Myzelien, welche im Hängetropfen nach den Angaben von BREFELD und EIDAM erhalten waren, eigneten sich nicht zur Gewinnung von Reinkulturen, da sie sich wegen ihrer Kleinheit schlecht übertragen ließen und außerdem Bakterien kaum auszuschließen waren. Viel besser gelangte ich zum Ziel, als ich dünne Schnitte durch die Wand der „Peridiolen“ (in die die Gleba bei der Reife zerfällt) auf Nähragar brachte. Die Wand enthält, besonders bei jüngeren Früchten, reichlich Hyphen, welche vegetativ auszuwachsen vermögen. Im Thermostaten (25° C) bildete sich bald ein Luftmyzel, von dem Stücke auf frische Nährböden übertragen wurden. So gelangen nach 14 Tagen die ersten Reinkulturen.

Um genügend Myzel für die Versuche zu erhalten, wurden von einer Peridiole aus eine Reihe Reagenzgläser mit schief erstarrtem Nährboden geimpft. Anfänglich wurde Holzwasseragar und 1 pCt. Glukose, später Malzextraktagar, welcher sich vorzüglich bewährte, benutzt.

Die Kulturen wurden meist in Doppelschalen von 6 cm Durchmesser und 3,5 cm Höhe oder in Erlenmeyerkolben angelegt. Die Höhe der Agarschicht betrug etwa 2 cm, um das Austrocknen

1) O. BREFELD, a. a. O.; ferner Unters. aus d. Gesamtgeb. d. Myk. XIV

2) E. EIDAM, Die Keimung der Sporen und die Entstehung der Fruchtkörper usw. COHNs Beitr. z. Biolog. d. Pflanzen. II, 221 ff.

während der langen Dauer der Versuche zu verzögern. Alle Kulturen wurden entweder im Thermostaten (25 °) oder im Warmhaus (20 °—22 °) aufgestellt, da sich ergeben hatte, daß das Optimum für das Wachstum etwa bei 20—25 ° lag und das Wachstum bei Zimmertemperatur erheblich langsamer erfolgte.

Ernährung und Wachstum.

Im Freien findet man die Fruchtkörper von *Cyathus striatus* auf vermodernden Pflanzenteilen, besonders auf altem Holz, und auf dem Erdboden, wenn derselbe mit Pflanzenresten versetzt ist. Es scheint demnach, daß solche Stoffe die günstigsten für das Wachstum seien. Aus diesem Grunde hat wohl EIDAM Abkochungen von Rinde, Heu, altem Holz, Blattresten usw. benutzt, ferner noch von Pflaumen und Pferdemist; die letzteren beiden wurden auch von BREFELD verwendet.

Beide Forscher konnten aber nur Myzelwachstum in begrenztem Umfange feststellen. Die kleinen Knötchen, welche EIDAM als Anlagen von Fruchtkörpern deutete, können nur die allerersten, mikroskopisch kleinen Entwicklungsstadien sein, soviel sich aus seinen Abbildungen schließen läßt.

In solchen Abkochungen, die ich anfänglich auch verwendete, sind nur geringe Stoffmengen enthalten, und diese erlauben nur eine kümmerliche Entwicklung. Besser wächst der Pilz auf den sterilisierten Stoffen selber, besonders, wenn altes Holz oder Stroh verwendet wird. In letzterem Falle kann es sogar zur Ausbildung 4 mm großer Fruchtkörper kommen. Eine erhebliche Förderung ist durch Zugabe von 1 pCt. Glukose oder Rohrzucker zu diesen Dekokten zu erzielen. Wird mit einer solchen Nährlösung ein 2proz. Nähragar hergestellt, so bildet sich eine dichte, anfangs rein weiße Myzeldecke an Stelle der vereinzelten Hyphen.

HESSE, BREFELD und EIDAM hatten in ihren Kulturen nach einiger Zeit einen Zerfall der Hyphen in Einzelzellen feststellen können. (Oïdien nach BREFELD.) Ein solcher Zerfall trat in meinen Kulturen nie ein, wenn ein bestimmtes Maß von Nährstoffen dargeboten wurde; das Myzel bildete stets eine zusammenhängende Masse. Der Zerfall muß demnach als eine Folge unzureichender Ernährung aufgefaßt werden. Damit stimmt die Beobachtung HESSEs überein, daß in „reinem Wasser" schon ganz kurze Keimfäden zerfallen, ferner der Befund EIDAMs, daß diese Erscheinung eher eintritt, wenn viele Sporen im Tropfen vorhanden sind, d. h., wenn auf die einzelne Spore mehr Stoffe kommen. In Kulturen mit wenig Sporen sah er selten den Zerfall eintreten.

BREFELD hat außerdem noch gemmenartige Bildungen beschrieben. Das Plasma zog sich auf einzelne, durch leere Fadenstücke getrennte Zellen zurück. Ich fand solche „Gemmen" besonders dann, wenn Peridiolenschnitte im Hängetropfen in Leitungswasser auswuchsen. Es ist dies eine Reaktion auf gänzlichen Nahrungsmangel, während nach BREFELD und EIDAM Fadenzerfall noch bei schwachem Myzelwachstum auftritt.

Wie schon TULASNE und BREFELD hervorheben, ist für das Myzel der Nidulariaceen die Bildung brauner Stränge charakteristisch. Sie fanden sich auch reichlich in meinen Kulturen an der Ober-

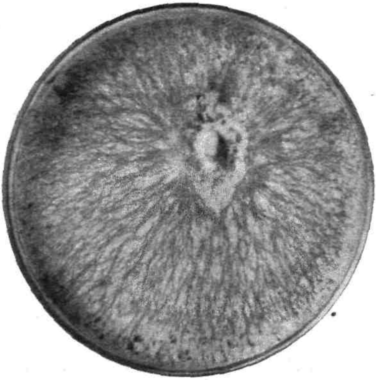


Abb. 1. Strangbildung auf Nähragar. (Nat. Größe.)

fläche des Agars und der Flüssigkeiten, oft noch einige Zentimeter an der Wand der Gefäße emporsteigend; dagegen blieben sie in sehr feuchten Räumen meist und in Flüssigkeiten stets aus. Die Stränge (Abb. 1) bestehen aus einer wechselnden Zahl zusammengelagerter, parallel verlaufender Hyphen von anfangs weißer, später brauner Farbe. Sie verzweigen sich vielfach; ihre Breite schwankt zwischen 10 μ und 70 μ, der häufigste Wert ist 50 μ. An ihnen entstehen die jungen Fruchtkörper, deren einzige Zuleitungsbahn sie darstellen, wenn die Früchte, wie es oft geschieht, bis zu 4 cm über dem Substrat an der Wand des Glasgefäßes angelegt werden.

BREFELD hat außerdem noch gemmenartige Bildungen beschrieben. Das Plasma zog sich auf einzelne, durch leere Fadenstücke getrennte Zellen zurück. Ich fand solche „Gemmen" besonders dann, wenn Peridiolenschnitte im Hängetropfen in Leitungswasser auswuchsen. Es ist dies eine Reaktion auf gänzlichen Nahrungsmangel, während nach BREFELD und EIDAM Fadenzerfall noch bei schwachem Myzelwachstum auftritt.

Wie schon TULASNE und BREFELD hervorheben, ist für das Myzel der Nidulariaceen die Bildung brauner Stränge charakteristisch. Sie fanden sich auch reichlich in meinen Kulturen an der Ober-

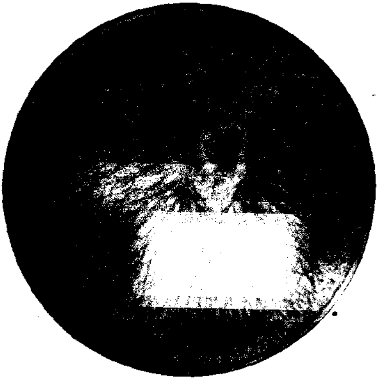


Abb. 1. Strangbildung auf Nähragar.
(Nat. Größe.)

fläche des Agars und der Flüssigkeiten, oft noch einige Zentimeter an der Wand der Gefäße emporsteigend; dagegen blieben sie in sehr feuchten Räumen meist und in Flüssigkeiten stets aus. Die Stränge (Abb. 1) bestehen aus einer wechselnden Zahl zusammengelagerter, parallel verlaufender Hyphen von anfangs weißer, später brauner Farbe. Sie verzweigen sich vielfach; ihre Breite schwankt zwischen 10 μ und 70 μ, der häufigste Wert ist 50 μ. An ihnen entstehen die jungen Fruchtkörper, deren einzige Zuleitungsbahn sie darstellen, wenn die Früchte, wie es oft geschieht, bis zu 4 cm über dem Substrat an der Wand des Glasgefäßes angelegt werden.

In Reagenzglaskulturen kam es sogar vor, daß Stränge von einer Stelle der Wand zur gegenüberliegenden frei durch die Luft wuchsen und an ihnen kleine Fruchtkörper hingen. Die Stränge scheinen außerdem eine Dauerform des Myzels darzustellen: aus über 6 Monate alten Kulturen auf frischen Nähragar übertragen, entwickelten sie ausnahmslos junges Myzel.

Die Hyphen sind 2—5 μ dick, oft 10—25mal so lang und reichlich mit Schnallenbildungen versehen. Um die Kernzahl festzustellen, wurde das Myzel nach der Methode von KNIEP[1]) auf einem dünnen Agarhäutchen gezogen, mit dem schwachen FLEMMINGschen Gemisch fixiert und mit Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN gefärbt. Es ergab sich das Vorhandensein von zwei Kernen in der Zelle, ein Ergebnis, das mit dem von R. E. FRIES bei *Nidularia* erhaltenen übereinstimmt.

Die Beobachtung, daß der Pilz auf Malzextrakt, Pflaumensaft, Scheiben von *Daucus Carota* usw. besser wuchs als auf Holz, führte mich dazu, diejenigen Stoffe bzw. Konzentrationen der Stoffe zu ermitteln, welche ein optimales Wachstum ermöglichen. Zu diesem Zwecke wurden die Myzelien in Flüssigkeitskulturen gezogen, denen folgende Nährlösung zugrunde gelegt war:

Leitungswasser . .	1000,0
$MgSO_4$	1,0
KH_2PO_4	1,0
Asparagin	2,0

Das letztere als Stickstoffquelle; es hatte sich herausgestellt, daß das Asparagin in dieser Konzentration für sich nur ein ganz geringes Wachstum ermöglicht und somit als Kohlenstoffquelle kaum in Betracht kommt.

Es ergab sich zunächst, daß *Cyathus str.* eine Reihe von Kohlehydraten zu verarbeiten vermag, wenn auch nur einige ein gutes Wachstum gestatten. Eine mehr oder minder ausgiebige Myzelbildung fand statt in Arabinose, Glukose, Lävulose, Maltose, Laktose, Saccharose, Stärke, Glykogen, Inulin, Dextrin, ferner in Mannit, Arabin, Gummi arabicum. Auch Pepton kann als C-Quelle dienen. Die Beurteilung des Nährwerts der verwendeten Stoffe konnte in den meisten Fällen schon durch bloßes schätzungsweises Vergleichen der vorhandenen Myzelmengen erfolgen; z. B. waren die Kulturen in Polysacchariden immer üppiger als die mit Maltose, diesen standen die mit Rohrzucker nach; ein sehr schlechtes Ergebnis erhielt ich z. B. mit Mannit.

1) H. KNIEP, Beiträge zur Kenntnis der Hymenomyzeten. I. II. Zeit. f. Botanik V.

Um genauere Vergleiche anstellen zu können, wurden eine Reihe von Flüssigkeitskulturen unter genau denselben Bedingungen gehalten und nach einer bestimmten Zeit das Trockengewicht des Myzels bestimmt. Die folgende Zusammenstellung bezieht sich auf eine Versuchsreihe vom Sommer 1914.

Versuchsdauer: 29. V. bis 12. VII. 1914.

Kohlehydrat + $MgSO_4$ 0,1 % + KH_2PO_4 0,1 % + Asparagin 0,2 %.

	Kohlehydrat	Trockengew.	
1.	Stärke (Amyl. solubile) 1 %	0,3502 g	Myzel eine dichte, zusammenhängende Masse bildend
2.	Inulin . . . . . . 1 %	0,2650 „	
3.	Glykogen . . . . . 1 %	0,3880 „	
4.	Zellulose . . . . . 1 %	—	sehr geringes Wachstum
5.	Zellulose . . . . . 4 %		
6.	Maltose . . . . . 1 %	0,0514 „	wie 8
7.	Saccharose . . . . 1 %	0,0138 „	Myzel in Flocken
8.	Lävulose . . . . . 1 %	0,0878 „	Myz. wenig zusammenhängend
9.	Glukose . . . . . 1 %	0,0816 „	
10.	Arabinose . . . . 1 %	0,0512 „	

Die besten Nährstoffe stellen somit die Polysaccharide Glykogen, Inulin und Stärke dar (alle drei von E. MERCK bezogen). Dann folgen in weitem Abstand die Disaccharide und schließlich die Monosaccharide. Überraschend ist das Mißlingen der Kulturen mit Zellulose, welche meist in Form von schwedischem Filtrierpapier geboten wurde. Der Pilz bewohnt an seinen natürlichen Standorten immer altes, zersetztes Holz. Versuche, ihn auf frischen Sägespänen oder kleinen Holzstücken zu ziehen, gelangen nicht, gleichviel, welche Holzart dazu verwendet wurde. Es bildete sich ein dürftiges Myzel an der Oberfläche der Holzstücke, welches ständig steril blieb. Auf Schnitten konnte ich feststellen, daß nur ganz vereinzelte Hyphen etwas in das Innere der Zellen eingedrungen waren, dem Anschein nach immer an Stellen, an denen die Wand feine Risse aufwies. Auf zersetztem Holz, von Buchen z. B., bildete sich dagegen immer ein kräftigeres Myzel, welches in manchen Fällen sogar zur Anlage von Fruchtkörpern schreitet.

Aus allen diesen Tatsachen kann gefolgert werden, daß *Cyathus striatus* aus mancherlei Quellen seinen Bedarf an organischer Substanz zu decken vermag; nur unzersetzte Zellulose und Holzsubstanz sind für ihn wertlos.

Um über die geeignetste Stickstoffquelle Aufschluß zu erhalten, kombinierte ich eine Reihe von Kohlehydraten mit N-haltigen Verbindungen und stellte wieder die Trockengewichte fest. Es seien hier die Versuche mit Trauben- und Rohrzucker als C-Quelle herausgegriffen. (Die Zahlen der letzten Reihe geben an,

wieviel ccm $^n/_{10}$ NaOH zum Neutralisieren der Nährlösung am Schlusse des Versuchs notwendig waren.)

A. 3 % Traubenzucker mit

		Wachstum	Trockengew.	Säure
1. KNO_3 . .	0,5 %	schlecht, in einzelnen Flöckchen	80,2 mg	1,1 cm³
2. NH_4NO_3 .	0,5 „	schlecht, in einzelnen Flöckchen	—	—
3. Asparagin .	0,5 „	ziemlich gut	174,6 mg	0,8 cm³
4. Pepton . .	0,5 „	sehr gut, in zusammenhängender Decke	858,5 „	0,8 „

B. 3 % Rohrzucker mit

		Wachstum	Trockengew.	Säure
1. NH_4NO_3 .	0,5 %	schlecht, in Flöckchen	42,4 mg	3,5 cm³
2. Asparagin .	0,5 „	ziemlich gut	70,4 „	3,2 „
3. Pepton . .	0,5 „	gut, mit vielen Fruchtkörperanlagen	448,2 „	1,8 „

Der Stickstoff in organischen Verbindnngen, hauptsächlich im Pepton, ist demnach am besten zur Ernährung geeignet.

Aus den beiden Tabellen geht ferner hervor, daß Rohrzucker ein schlechterer Nährstoff ist als Glukose. Vielleicht hängt dies mit der stärkeren Säurebildung in diesen Kulturen zusammen. *Cyathus* bevorzugt wie die meisten Pilze eine schwach saure Reaktion des Mediums, bildet aber selbst Säure in solchem Maße, daß sein eigenes Wachstum dadurch gehemmt wird. Hierauf ist wohl der Mißerfolg in den Kulturen BREFELDs, der ein von Anfang an stark saures Medium wählte, zurückzuführen.

Die Fortpflanzung.

EIDAM[1]) gibt an, daß in seinen Objektträgerkulturen „primitive Einleitungen zur Fruchtkörperbildung" wahrzunehmen waren. Sonst ist mir keine Arbeit bekannt geworden, die sich auf die Fruchtkörperbildung in Kulturen von *Cyathus striatus* bezieht. Wie schon oben erwähnt, können diese „primitiven Einleitungen" nur mikroskopisch kleine Anlagen gewesen sein.

In meinen Kulturen traten Fruchtkörper von durchschnittlich 4—6, manchmal bis 8 mm Höhe auf; sie zeigten aber nicht die typische Ausbildung. Das weiße Epiphragma, das den aufgesprungenen Becher bedeckt, sowie die Stränge, an denen die Per

1) a. a. O. S. 230.

diolen befestigt sind, konnte ich nicht feststellen, ferner blieb die Peridiolenzahl hinter der normalen zurück. Gewöhnlich enthielten die jungen Früchte nur eine, dann aber besonders große Peridiole, seltener 2—4. In allen Fällen besaßen sie ein normales Hymenium mit reichlicher Sporenbildung.

Ich versuchte nun zunächst, die äußeren Bedingungen für den Eintritt der Fortpflanzung zu ermitteln. Ernährung spielt insofern eine Rolle, als sie so bemessen sein muß, daß ein kräftiges Myzel entsteht. Dann können auf den verschiedensten Nährböden die ersten Anlagen auftreten und sich je nach den andern Außenbedingungen verschieden weit entwickeln. In der folgenden Tabelle sind eine Reihe von Kulturen aufgeführt, die auch Sporen in den Peridiolen lieferten und nicht nur kleine stecknadelkopfgroße Anlagen aufwiesen. Die Versuchsdauer betrug im Durchschnitt 3—5 Monate, oft auch mehr.

Datum der Impfung	Art der Kultur	Datum der Untersuchung	
1. XI. 1913	Sägespäne mit Stärke 0,5 % Pepton 0,5 %	8. III. 1914	Wachstum gut, eine Reihe 4 mm großer Fr.
1. XI. 1913	Glukose 3 % Pepton 0,5 % Leitungswasser	31. XII. 1913	Anlagen in großer Zahl; sie vermehrten sich bis 15. I. Im Februar Sporen
14. XI. 1913	Humöser Sand mit 25 cm³ Pepton 1 % 50 cm³ Glukose 5 %	6. I. 1914	Große Zahl von Anlagen
5. V. 1914	Malzextraktagar (5 %)	2. VIII. 1914	Große Zahl von Anlagen
6. I. 1914	Stroh in Kolben mit 1 cm hoher Schicht Leitungswasser	30. VII. 1914	22 Fruchtkörper, z. T. mit 2 Peridiolen
6. I. 1914	Erbsenwasser 50 cm³ Wasser mit 2 Erbsen	7. III. 1914	7 Fruchtkörper auf der Oberfläche der Myzeldecke
15. VII. 1914	Malzextrakt 5 % Lösung	20. X. 1914	53 Fruchtkörper auf der Myzeldecke und an der Glaswand
1. V. 1914	Saccharose 3 % Pepton 0,5 % $MgSO_4$ KH_2PO_4 je 0,1 %	16. VII. 1914	Eine große Anzahl Fruchtkörper
8. III. 1914	Humuserde mit Stroh	1. V. 1914	20 Fruchtkörper
—	Humuserde mit Stärke und Pepton	—	28 Fruchtkörper

Bei einer großen Reihe von Pilzen ist der Nahrungsmangel, der durch den Organismus selbst hervorgerufen wird, die äußere Bedingung für den Übergang vom Wachstum zur Fortpflanzung[1]). Um festzustellen, ob sich dieser Gastromyzet ebenso verhält, wurden Myzelstücke aus Flüssigkeitskulturen ausgewaschen und dann in Schalen gebracht, die mit feuchtem Filtrierpapier ausgekleidet waren. (Filtrierpapier kann ja vom Pilz nicht ausgenutzt werden.) Es entstand erst ein dichtes weißes Luftmyzel aus feinen Hyphen,

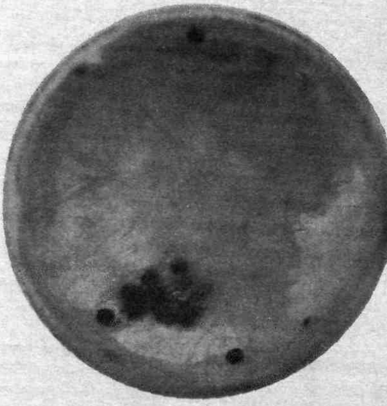


Abb. 2. Fruchtkörperbildung infolge der Entziehung aller Nährstoffe.

dann traten die braunen Stränge auf, an welchen nach 4—6 Wochen die Fruchtkörper sich bildeten. (Abb. 2.)

Bei dieser Versuchsanordnung wurden Fruchtkörper mit mehr als einer Peridiole nur in geringer Zahl ausgebildet, wohl deshalb weil die im Myzel aufgespeicherten Stoffe nicht ausreichten, daher ging ich dazu über, dem Myzel die Nahrung nur teilweise zu entziehen. Kulturen auf 1,5—2 cm hohem Nähragar wurden au

1) KLEBS, Zur Phys. d. Fortpfl. einiger Pilze, III. Jahrb. für w. Bot. 1900. — Ferner KLEBS, Über Probleme der Fortpflanzung, Biolog. Zentralblatt 1904.

den Petrischalen herausgestochen und in sterilisiertem Wasser verschieden lange (2—20 Stunden) ausgewaschen. Hierauf kamen sie in sterilisierte, mit feuchtem Filtrierpapier ausgekleidete Schalen. Aus der großen Anzahl mannigfach abgeänderter Versuche seien folgende herausgegriffen:

Datum der Impfung	Kultur auf	Datum der Untersuchung	Ergebnis
11. VIII	Agar 2 %, Glukose 2 % Stärke 0,5 %	17. X.	1 Fruchtkörper
20. XI.	Holzwasseragar + 3 % Glukose	14. XII.	⁵/v 4 Fr. mit 1—2 Peridiol.; 10 kleinere Anlagen
—	Glukose 1 % Asparagin 0,2 %	6 XI.	5 Fr. von 3—4 mm Größe

Die hier entstandenen Fruchtkörper blieben ebenfalls erheblich hinter denen, die im Freien gewachsen waren, zurück. Der wachsende Fruchtkörper braucht eben während seiner Entwicklung noch eine ständige Zufuhr bestimmter Stoffe, wenn auch Nahrungsmangel an sich die Fortpflanzung auslöst. Es war also die Versuchsanordnung so zu treffen, daß bei lokalem Nahrungsmangel *eine Stoffzufuhr durch Leitung in den Hyphen möglich* war. Ich folgte dabei einem zuerst von CLAUSSEN[1]) angewendeten Verfahren. In eine 15 cm breite, 3,5 cm hohe Schale mit übergreifendem Deckel wurde eine niedrigere 5 cm weite Schale mit dem Nährsubstrat gebracht. Der äußere konzentrische Ring wurde mit 2 pCt. Agar ohne jeden Zusatz ausgefüllt. Nach der Impfung kam die Kultur in den Thermostaten (25 °). Die Fäden überwucherten bald den freien Rand der inneren Schale und breiteten sich in Form von Strängen auf dem nährstofflosen, äußeren Agar aus. Hier bildeten sich bald kleine Fruchtkörper in großen Mengen. Durch die Stränge bekam die wachsende Frucht immer wieder neue Nährstoffe zugeleitet. Die Fruchtkörper erreichten eine Höhe bis zu 8 mm und enthielten auch öfter mehr als eine Peridiole. Es entstanden immer sehr viele, in einem Falle über 100, aber nicht normal große Früchte. (Abb. 3.)

Auf den ersten Anblick erscheint die Übertragung junger Anlagen auf frischen Nährboden aussichtsreich. Allein die Zusammensetzung des Substrats, die dem vegetativen Wachstum günstig ist, schließt die Fortpflanzung aus, und wir müssen an-

1) P. CLAUSSEN, Zur Entwicklungsgesch. d. Ascomycet. *Pyronema confluens*. Zeitschrift f. Bot. IV, 1912.

nehmen, daß die durch die Stränge zugeleitete Nahrung (im obigen Falle) gewisse Veränderungen erfahren hat, um zum Aufbau des Fruchtkörpers tauglich zu sein. Überträgt man die Anlagen — gleichgültig, in welchem Entwicklungsstadium sie sich befinden, auf frischen Nährboden, so wird die Weiterentwicklung gehemmt, und die breite Außenwand wächst vegetativ in weißen Hyphen

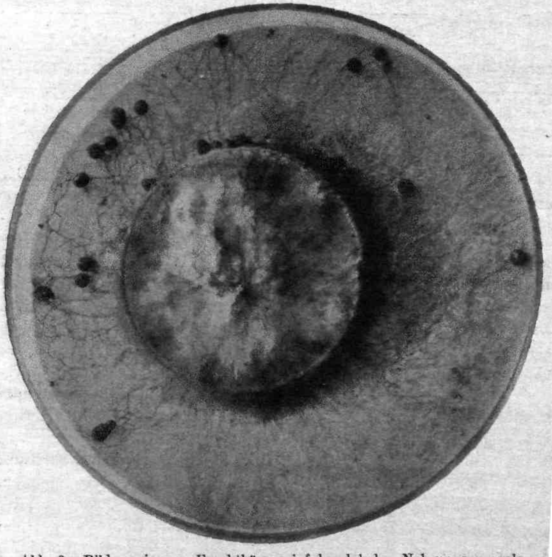


Abb. 8. Bildung junger Fruchtkörper infolge lokalen Nahrungsmangels. (Nat. Größe.)

aus — selbst bei solchen, die über 2 Monate alt waren. Von den bisher genauer untersuchten Pilzen zeigen etwa die von BREFELD kultivierten Arten von *Coprinus*[1]) ein ähnliches Verhalten; auf *Saprolegnia mixta* dagegen wirkte nach KLEBS in einem gewissen

1) cit. nach G. KLEBS, Zur Phys. d. Fortpfl. einiger Pilze. III. Jahrb

Stadium die frische Nährlösung wie ein Gift. Ein mittleres Verhalten würden dann nach BREFELD die jungen Früchte von *Ascobolus*, *Penicillium* und *Eurotium* zeigen; sie treiben Hyphen, wenn noch kein Ascogon angelegt ist.

Bei *Cyathus* hingegen (auch bei *Crucibulum vulgare*) lassen sich sowohl die Wände der Fruchtkörper wie die der Peridiolen zum vegetativen Auswachsen bringen.

Der Erfolg der Kulturen mit Stärke und Inulin als C-quelle ließ erhoffen, durch reichlichere Zugabe dieser Stoffe ein günstigeres Resultat zu erhalten. Aber der Pilz bildet dann so viel Säure, daß seine Entwicklung gehemmt wird. Ein Zusatz von Marmorstückchen zu Beginn des Versuchs sowie nachträgliches Abstumpfen der Säure oder Auswaschen des Agars waren wertlos.

Auf die Temperatur kann diese Hemmung nicht zurückzuführen sein, denn die Kokospalme, auf deren abgestorbenen Teilen der Pilz u. a. gefunden wurde, befand sich im Gewächshaus bei 20°—22°. Ferner verlief bei niedrigerer Temperatur das Wachstum nur erheblich langsamer, ohne daß sich das Ergebnis besser gestaltete.

Es bliebe noch die Möglichkeit, daß der Pilz der humösen Erde Nährstoffe entnehmen könnte, die ihn in Stand setzen, größere Fruchtkörper zu bilden. Aber Kulturen auf humöser Erde mit oder ohne Zusatz anderer Stoffe blieben hinter denjenigen mit z. B. Stärke als C-quelle zurück. Der Zusatz von Humaten, welche nach der Methode von NIKITINSKY dargestellt waren, hatte auch keinen Erfolg.

In einer Hinsicht übertrafen aber die in Kultur erwachsenen Früchte die im Freien erwachsenen: Die Peridiolen waren erheblich größer, wie folgende Tabelle zeigt.

	Peridiolen		Fruchtkörper
	Durchmesser	Dicke (mm)	Länge : Breite
Im Freien gewachsen	1,5—2,4	0,5	6 : 11,5
Auf Malzextrakt	2,3—3	2,3—3	3 : 5,3
Auf Weizenstroh	2,5—3	2,5—3	3 : 6,3

Außer dem Größen- fiel auch der Formunterschied auf; die erst erwähnten waren flach scheibenförmig bis dreieckig im Umriß, die andern kuglig bis ellipsoïdisch. Das Volumverhältnis beider ist etwa 1 : 8 bis 1 : 9 (Mittelwert mehrerer Messungen). Es findet daher weniger eine Reduktion der Masse der Gleba statt, sondern die Differenzierung derselben in einzelne, getrennte Teile, die Peridiolen, welche gerade für die Nidulariaceen unter den Gastromyceten charakteristisch sind, unterbleibt. Damit würde gut übereinstimmen, daß ab und zu Peridiolen mit einer Einschnürung in

der Mitte (etwa hantelförmig) auftraten: hier wurde die Sonderung in 2 Peridiolen angelegt, aber nicht vollendet.

Weitere Versuche über *Cyathus striatus* sowie über *Crucibulum vulgare* sind im Gange.

Zusammenfassung.

1. Der Gastromyzet *Cyathus striatus* konnte in Reinkultur auf künstlichen Nährböden bis zur Sporenbildung gezogen werden.

2. Das Myzel ist zweikernig, reichlich mit Schnallenbildungen versehen und bildet charakteristische Stränge.

3. Unter der großen Reihe organischer Verbindungen, die zur Ernährung verwendet werden können, erwiesen sich die Polysaccharide Amylum, Glykogen und Inulin als besonders günstig.

4. Ein Zerfall der Hyphen in „Oïdien" (BREFELD, EIDAM) findet bei günstiger Ernährung nie statt.

5. Die äußere Bedingung für das Eintreten der Fruchtkörperbildung in der Luft ist partieller oder totaler Nahrungsmangel in der Umgebung eines vorher gut ernährten Myzels. In Flüssigkeiten treten keine Fruchtkörper auf.

6. Teile reifer Fruchtkörper sind leicht zu vegetativem Auswachsen zu bringen.

7. Die in der Kultur aufgetretenen Fruchtkörper weisen eine geringere Differenzierung als die „normalen" auf.

Zum Schlusse möchte ich Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. G. KLEBS in Heidelberg meinen herzlichsten Dank für die Überlassung eines Arbeitsplatzes im bot. Institut zu Heidelberg abstatten. Ohne sein liebenswürdiges Entgegenkommen wäre mir die Durchführung vorstehender Untersuchungen nicht möglich gewesen.

Heidelberg, im Juni 1915, Bot. Institut d. Universität.

31. Helene Nothmann-Zuckerkandl: Über die Erregung der Protoplasmaströmung durch verschiedene Strahlenarten.

(*Mit zwei Abbildungen im Text.*)

(*Eingegangen am 11. Juni 1915.*)

I.

Die folgenden Untersuchungen nahmen ihren Ausgang von der Beobachtung, daß in einem *Elodea*blatt, in dem nach 24stündiger Verdunklung die Strömung zum Stillstand gekommen war, als es hinter einer Fensterscheibe dem Sonnenlicht ausgesetzt wurde, schon nach wenigen Minuten lebhafte Strömung auftrat. Dieser Versuch wurde mehrmals mit gleichem Erfolge wiederholt und ebenso gelang es auch in unverletzten Sprossen von *Elodea* durch Sonnenlicht nach wenigen Minuten in allen Blättern mehr oder weniger lebhafte Strömung hervorzurufen. Wurden die Sprosse in diffusem Tageslicht stehen gelassen, so dauerte es mindestens 4—5 ^{h}, ehe die Strömung erloschen war. In manchen Fällen war sie auch am nächsten Tage noch zu sehen, trotz der vorübergehenden Verdunklung während der Nacht.

Mit Gaslicht und elektrischem Bogenlicht konnte ich die gleichen Erfolge wie mit Sonnenlicht erzielen. Besonders intensiv war die Wirkung, wenn die Blätter auf dem Objekttisch des Mikroskops dem durch den Spiegel konzentrierten Gasglühlicht ausgesetzt wurden. Es war dann fast momentan der Eintritt der Strömung zu beobachten. Doch war auch nach 5—10′ lebhafte Strömung zu sehen, bei Sprossen, welche in einem Schälchen mit Wasser in einer Entfernung von wenigen Zentimetern dem Lichte (Gasglühlicht oder Bogenlampe) ausgesetzt wurden.

Für die Versuche mit elektrischem Licht benutzte ich die Bogenlampe eines ZEISSschen Projektionsapparates, die mit 20 Ampère brannte. Die Sprosse wurde auf einem Uhrgläschen in Wasser in einer Entfernung von 10—15 cm aufgestellt und 2—5′ belichtet. Während dieser Zeit erwärmte sich das Wasser nur unbedeutend. Es trat lebhafte Strömung in den meisten Blättern auf, welche meist einen halben Tag, manchmal auch 24 ^{h} andauerte; war die Strömung am folgenden Tag zum Stillstand

gekommen, so gelang es durch Belichtung von wenigen Minuten, sie wieder hervorzurufen. Pflanzen, die mehrere Tage so behandelt wurden, nahmen bald ein krankhaftes Aussehen an, die Blätter hatten viele braune Flecken, auch das Chlorophyll hatte sich verfärbt gegenüber Kontrollobjekten, die nur dem diffusen Tageslicht ausgesetzt worden waren.

Diese ersten Versuche wurden im Sommer 1913 im botanischen Institut der Universität Jena ausgeführt, die weiteren, die der Ermittlung der Wirkung der einzelnen Strahlenarten dienten, in einem Versuchskeller der Firma ZEISS in Jena, der ich für ihr weitgehendes Entgegenkommen zu größtem Danke verpflichtet bin. Besonderen Dank schulde ich dem wissenschaftlichen Mitarbeiter der Firma ZEISS, Herrn Dr. A. KÖHLER, welcher mir alle gewünschten Versuchsanordnungen zusammenstellte und mir in allem sehr behilflich war. Ich arbeitete hauptsächlich mit *Elodea*, die ich mir aus einem Teiche in der Nähe von Jena holte. Die Pflanzen stellte ich in großen Glasgefäßen an einem lichten Fenster auf. Zu den Versuchen schnitt ich mir stets eine Anzahl kleiner Sproßstücke ab und ließ sie etwa einen halben Tag im Keller in einem Glasgefäß stehen, das von einem schwarzen Pappzylinder umgeben war, um sie vor der Belichtung vor dem Einfluß jeglichen Lichtes zu bewahren. Ein Sproßstück wurde, nachdem festgestellt war, daß in allen Blättern Ruhe herrschte, auf einen Objektträger gelegt, das zu belichtende Blatt mit einem Deckglas bedeckt und in das Gesichtsfeld eingestellt. Es mußte natürlich häufig frisches Wasser zugefügt werden, um Austrocknen zu vermeiden. Die Temperatur im Kellerraum war annähernd konstant und betrug 19 °.

Zunächst arbeitete ich mit einer Quarzlampe der Quarzlampengesellschaft Hanau, die mit 30 Ampère brannte. Zur Ermittlung der Wirksamkeit der ultravioletten Strahlen benutzte ich die Anordnung, wie sie für das Luminiszenzmikroskop verwendet wird[1]). Mit derselben Lampe führte ich auch Versuche mit blauen, grünen und gelben Strahlen aus. Die Zusammensetzung der hierbei verwendeten flüssigen Farbfilter ist in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1.

Filter für die Quarzlampe.

Für Ultraviolett I + II.

1) H. LEHMANN, Apparate f. d. Luminiszenzanalyse. Ztschr. f. Instr.-Kunde. 1912, Heft 12; u. H. LEHMANN, Das Luminiszenz-Mikroskop, seine Grundlagen u. seine Anwendungen. Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. 30, 1913, S. 417.

I. M.-V.-Filter-Doppelküvette mit

Lösung A 10 cm^3, Glyzerin 90 cm^3 } Schichtdicke 5 mm.

+ Glyzerin 100 cm^3, $CuSO_4$ 10 g } Schichtdicke 5 mm.

Lösung A: Nitrosodimethylanilin 0,1 g, Alkohol 100 cm_3.

II. Zusatzfilter: Blauuviolglas, Dicke 2,5 mm.

III. Für grünes Licht, Wellenlänge 546 $\mu\mu$:

Didymnitrat 60 g, H_2O 300 cm^3 } Schichtdicke 3 cm.

+ $CuSO_4$ 30 g, Pikrinsäure 1,8 g, H_2O 300 cm^3 } Schichtdicke 3 cm.

IV. Für Gelb und Rot:

K_2CrO_4 30 g, H_2O 300 cm^3 } Schichtdicke 3 cm.

Für blaues Licht V + VI (Wellenlänge 436 $\mu\mu$):

V. H_2O 300 cm^3, Chininsulfat 6 g, H_2SO_4 2 cm^3 } Schichtdicke 3 cm.

VI. H_2O 200 cm^3, NH_3 100 cm^3, $CuSO_4$ 15 g } Schichtdicke 3 cm.

Im ultravioletten Licht dauerte es eine Viertelstunde, bis Strömung eintrat, in den übrigen Lichtarten war sie schon nach ′ vorhanden. Auch das volle Licht der Quarzlampe ließ ich auf *Elodea*zellen einwirken und ebenso Gasglühlicht. Dabei zeigte sich, daß letzteres deutlich wirksamer war, was darauf beruhen konnte, daß das Gaslicht besonders reich an ultraroten Strahlen ist. Diese Vermutung sollte sich als richtig erweisen.

Zu den Versuchen mit Gasglühlicht verwendete ich eine Grätzinlampe, deren Licht ich auf den Planspiegel des Mikroskops fallen ließ.

Als Lichtfilter dienten teils Küvetten mit verschiedenfarbigen Lösungen, teils farbige Gläser von SCHOTT in Jena, die in den Blendenträger des ABBÉschen Beleuchtungsapparates eingesetzt wurden. Um die Strahlung der Lampe vom Objekttisch abzuhalten, wurde außerdem ein Blechschirm aufgestellt. In Tabelle 2 sind alle verwendeten Filter angeführt mit Angabe des durchgelassenen Lichtes, das mit einem Handspektroskop gemessen wurde.

Tabelle 2.

Filter für die Gaslampe.

I. Küvette mit Leitungswasser . Schichtdicke 5,5 cm

II. „ „ 0,5 % $CuSO_4$. „ 5,5 „

III. „ „ $CuSO_4$ konzentr. „ 5,0 „

Zusammensetzung der Lösung:

H_2O	500 cm^3
$CuSO_4$	100 g
H_2SO_4	2 cm^3

Durchgelassen Licht von 400—590 $\mu\mu$.

IV. Küvette mit Malachitgrünlösung (GRÜBLER, Leipzig) Schichtdicke 5,5 cm. Die Lösung hatte annähernd dieselbe Helligkeit wie die konzentrierte $CuSO_4$-Lösung. Durchgelassen 640—700 $\mu\mu$ und 420—580 $\mu\mu$.

V. Alkoholische Chlorophylllösung (aus *Syringa*-Blättern). Die Lösung wurde soweit verdünnt, daß nur noch der Absorptionsstreifen im Rot deutlich sichtbar war; er lag bei 635—670 $\mu\mu$.

VI. Konzentrierte Lösung von J_2 in CS_2, Schichtdicke 5,5 cm.

Gläser von SCHOTT in Jena.

VII. Kobaltglas, Dicke 2,2 mm, durchlässig für Ultrarot, für 690—720 $\mu\mu$, 650—670 $\mu\mu$ und 520—416 $\mu\mu$. Zwischen 520 und 650 ein dunkler Absorptionsstreifen.

VIII. Blauuviolglas: Dicke 2,1 mm. Durchlässig für 710—730, für 404—550 $\mu\mu$, nicht für Ultrarot.

IX. Rotes Überfangglas: Durchlässig für 720—750 $\mu\mu$.

X. Rotes Selenglas: Dicke 3,1 mm. Durchlässig für 610 bis 710 $\mu\mu$.

Als Ultrarotfilter diente eine Lösung von Jod in Schwefelkohlenstoff, welche, wenn sie hinreichend konzentriert ist, kein sichtbares Licht durchläßt, in verdünnterem Zustande nur langwelliges Rot und Ultrarot. Um die Gegenwart des letzteren festzustellen, wurde auf den Objekttisch ein Glimmerblättchen gelegt, das unterseits berußt und oberseits mit einer dünnen Schicht von Silberquecksilberjodid bestrichen war; das gelbe Doppelsalz wird durch die Erwärmung bei 49° rot.

Zunächst stellte ich fest, daß durch Vorschalten einer Küvette mit Wasser, wodurch die Wärmestrahlen ferngehalten werden, die Wirksamkeit der Lampe erheblich herabgesetzt wird, denn während sonst nach 2—3′ in den *Elodea*zellen schon lebhafte Strömung herrschte, war in diesem Falle erst nach 10—20′ eine schwache Bewegung zu beobachten. Die Anwendung der roten und blauen

Gläser bewirkte nur eine geringe Abschwächung des Gaslichtes, dagegen trat bei Vorschalten von Wasser und dem roten Selenglas überhaupt keine Strömung auf; wurde dann das Wasser entfernt, so war sie schon nach kurzer Zeit vorhanden. Es hatte also den Anschein als ob der hier verwendete Strahlenbezirk, Rot von 610—710 $\mu\mu$ nicht imstande ist, Strömung hervorzurufen; spätere Versuche sollten jedoch zeigen, daß diese Annahme nicht richtig war und daß jedenfalls nur die geringe Intensität die Ursache der Unwirksamkeit war. Vorschalten einer $CuSO_4$-Lösung, auch einer konzentrierten, schwächte die Wirksamkeit der Lampe nicht mehr als Vorschalten reinen Wassers. Stärker war die Abschwächung

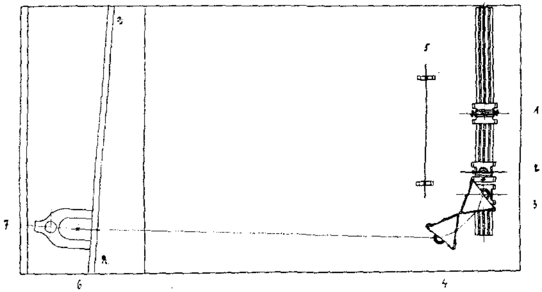


Abb. 1. Versuchsanordnung mit spektralzerlegtem Licht. 1 Nernstfaden, 2 Sammellinse, 3 u. 4 Schwefelkohlenstoffprismen, 5 Schirm, 6 Holzleiste, 7 Mikroskop.

durch alkoholische Chlorophyllösung. Bei Anwendung des Jod-Schwefelkohlenstofffilters, also reinem Ultrarot, erfolgte schon nach 5′ Strömung, es war also nur ein geringer Unterschied gegenüber dem vollen Gaslicht. Die Beobachtung erfolgte hier in rotem Licht (Selenglas und Wasserküvette), das sich ja als unwirksam gezeigt hatte.

Alle diese Beobachtungen hatte ich an *Elodea*sprossen gemacht. An den Zellen der Staubfadenhaare von *Tradescantia virginica* konnte ich durch Gaslicht erst eine starke Beschleunigung der Strömung sehen, doch nach kurzer Zeit schon eine Verlangsamung und dann trat Stillstand ein, welcher auf einer Schädigung durch die zu große Lichtintensität beruhte; die Plasmafäden er-

starrten und die Zellen waren abgestorben. Bei Fernhalten der Wärmestrahlen durch Vorschalten der Wasserküvette trat diese Schädigung erst viel später auf.

Die Prüfung der einzelnen Spektralbezirke nahm ich ferner noch mit spektralzerlegtem Licht vor. Die Versuchsanordnung ist aus Abbildung 1 ersichtlich. Die spaltförmige Lichtquelle bildete ein vertikal aufgehängter Nernstfaden. Das Gestell auf Reiter dafür ist mit 1 bezeichnet. 2 ist ein achromatischer Kollektor von 18 cm Brennweite und 5 cm Durchmesser. 3 und 4 sind Schwefelkohlenstoffprismen, deren freie Öffnung zirka 10 : 10 cm beträgt. Sie werden für das äußerste Rot auf das Minimum der Ablenkung gestellt. Das Spektrum entsteht bei R.-V. Dort ist längs einer Leiste 6 das bei Mikroskop 7 verschiebbar. Ein Schirm 5 hält Nebenlicht vom Mikroskop ab. Der Mikroskop-Kondensor erzeugt ein Bild der Öffnung der Kollektorlinse 2. Durch Fokussieren des Kondensors muß dieses Bild in die Objektebene entworfen werden.

Dieses Bild, das Leuchtfeld, muß über die ganze Fläche, rechts wie links, gleichmäßig gefärbt sein. Man erreicht dies durch Fokussieren der Lichtquelle 1 (oder des Kollektors 2) längs der optischen Bank[1]. Zur Feststellung der im Leuchtfeld wirksamen Wellenlängen diente das Spektralokular nach ABBÉ mit Wellenlängenskala. Zur Bestimmung der Wellenlänge muß ein Objektiv benutzt werden, dessen Apertur mindestens der wirksamen Apertur des Kondensors gleichkommt; sein Sehfeld kann aber, wenn die Einstellung auf gleichmäßige Färbung des Leuchtfeldes sorgfältig ausgeführt ist, kleiner sein, wie das Leuchtfeld. Zur groben Einstellung wurde eine Wellenlängenskala auf Leiste 6 angebracht. Zum Aufsuchen des wirksamen Ultrarot diente, wie bei den früheren Versuchen ein Glimmerblättchen mit Silberquecksilberjodid. Als Mikroskopkondensor wurde die untere Linse des aplanatischen Kondensors 1,4 verwendet, deren numerische Apertur 0,4 beträgt.

Die geschilderte Versuchsanordnung hat den großen Vorteil, daß durch Anwendung eines vertikalen Nernstfadens das Vorschalten eines Spaltes überflüssig und die dadurch bedingte Schwächung der Lichtquelle vermieden wird.

Ich begann bei der Grenze des sichtbaren Rot mit dem Bezirk von 680—710 $\mu\mu$; hier war nach $1^1/_2{}^h$ noch keine Plasmaströmung wahrzunehmen. Im Bezirk 620—680 $\mu\mu$ trat sie nach

1) Vgl. Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. 16, 1899, S. 11.

$1^1/_2{}^h$ auf und im Licht von 600—650 $\mu\mu$ war sie schon nach kurzer Zeit sichtbar, gegen Blau und Violett nahm dann die Wirkung ab, was ja wegen der größeren Dispersion und des geringeren Reichtums der Lichtquelle an blauen und violetten Strahlen zu erwarten war. Vom äußersten sichtbaren Rot ging ich dann weiter ins Ultrarot. Zunächst kam ein Bezirk, in dem sich keine Wirkung zeigte und wo auch mit dem Glimmerplättchen keine Wärmestrahlen festzustellen waren. Erst in 8 cm Entfernung vom Ende der sichtbaren Strahlen begann ein Bezirk mit sehr wirksamen Strahlen. Es wurde dadurch sichergestellt, daß die ultraroten Strahlen für sich allein imstande sind, Strömung hervorzurufen.

Aus Literaturangaben[1]) war mir bekannt, daß durch Erwärmen zwar eine vorhandene Strömung beschleunigt, nicht aber eine Strömung erregt werden kann. Ich stellte mehrmals Versuche in dieser Richtung mit unverletzten *Elodea*-Sprossen an und konnte diese Beobachtungen nur bestätigen. Ich legte Sprosse von *Elodea* aus Wasser von Zimmertemperatur für 5—30′ in Wasser von Temperaturen von 30—40°, doch trat nie Strömung ein. Direkte Bestrahlung scheint also anders zu wirken als diffuse Wärme. Auch plötzliche Temperaturschwankungen um Intervalle von 10—20° sollen nach HAUPTFLEISCH und VELTEN imstande sein bei *Elodea* und *Vallisneria* Strömung hervorzurufen; *Vallisneria* soll sich als besonders empfindlich erweisen.

In einigen Fällen ließ ich Licht längere Zeit auf strömendes Plasma einwirken. Bei Rot von 680—710 $\mu\mu$ hörte nach 4^h die Strömung auf und die Chlorophyllkörner hatten Dunkelstellung angenommen; es trat aber in Licht von etwas kürzerer Wellenlänge nach wenigen Minuten wieder Strömung ein. Die Intensität der hier angewandten roten Strahlen war offenbar eine so geringe, daß sie wie Dunkelheit wirkten; denn sie waren ja auch nicht imstande in ruhenden Zellen Bewegung auszulösen. Bei Licht von 580—630 $\mu\mu$ war nach $3^1/_2{}^h$ die Strömung gleichfalls zur Ruhe gekommen, jedoch ohne daß die Chlorophyllkörner Dunkelstellung angenommen hätten. Auch bei nachheriger Verdunkelung änderten sie ihre Stellung nicht mehr. Es handelte sich hier um eine Schädigung durch die zu intensive Lichtwirkung. PRINGSHEIM[2]) hat festgestellt, daß durch starke Bestrahlung die Protoplasmaströmung zur Ruhe kommt und die Zellen getötet werden. Er fand, daß diese Wirkung bei

---

1) HAUPTFLEISCH, Jahrb. f. wiss. Bot. 24, 1892, S. 207 ff. Velten, Flora 59, 1876, S. 193.

2) PRINGSHEIM, Jahrb. f. wiss. Bot. 12, 1879—1881, S. 288.

den kurzwelligen Strahlen größer war als bei den langwelligen und daß sie an die Gegenwart von O_2 gebunden ist.

Ob für die erregende Wirkung des Lichtes auf die Plasmaströmung dasselbe gilt, ist noch nicht mit Sicherheit festgestellt. Zwar fand ich in Versuchen, wo ich *Elodea*sprosse und Blattstücke von *Vallisneria* in Wasser, in welchem der Sauerstoff durch Wasserstoff ersetzt war, dem Licht aussetzte, daß keine Strömung auftrat. Hatte ich vorher Strömung erregt (z. B. durch Belichtung), so kam sie bei *Elodea* bei O_2-Mangel rasch zum Stillstande, nicht jedoch bei *Vallisneria* Doch lassen sich diese Angaben, auf die ich wegen der Unvollständigkeit meiner Versuche nicht näher eingehen will, auch so deuten, daß eben die O_2-Gegenwart für die Plasmaströmung eine Conditio sine qua non ist und kein direkter Zusammenhang zwischen Licht und O_2-Gegenwart besteht. Bei *Vallisneria,* welche gegen O_2-Mangel unempfindlicher ist als *Vallisneria,* würde der durch die Assimilation im Lichte gelieferte O_2 schon genügen, um die Strömung wenigstens eine Zeitlang zu unterhalten.

Zu Versuchen mit spektral zerlegtem Licht benutzte ich auch noch einige andere Pflanzen. In Schnitten von *Vallisneria* tritt im Dunkeln in den Epidermiszellen erst nach langer Zeit Strömung auf, es gelang jedoch durch Belichtung in den einzelnen Spektralbezirken, auch im Ultrarot den Eintritt der Rotation schon nach kurzer Zeit hervorzurufen. Rot von 680—710 $\mu\mu$ wirkte auch hier wie Dunkelheit, es trat die Strömung hier nicht früher ein als in den Kontrollschnitten, die im Dunkeln lagen.

In den Staubfadenhaaren von *Tradescantia zebrina* und *virginica* und in den Wurzelhaaren von *Hydrocharis* konnte die Strömung durch grüne, gelbe, rote und ultrarote Strahlen merklich beschleunigt werden.

Die erwähnten Versuche kurz zusammenfassend, kann ich also sagen, daß alle sichtbaren Strahlen imstande sind, in *Elodea*- und *Vallisneria*zellen Plasmaströmung zu erregen, daß ferner diese Wirkung auch den ultraroten und ultravioletten Strahlen zukommt. Nun blieb noch die Frage offen, wie sich die verschiedenen Strahlen bezüglich der Stärke ihrer Wirksamkeit verhalten; sie konnte nur durch Verwendung von Strahlen gleicher Energie gelöst werden.

II.

Der 2. Teil der Arbeit, umfassend quantitative Versuche mit Strahlen verschiedener Wellenlänge, wurde im pflanzenphysiologischen Institute der Prager deutschen Universität im Frühjahr 1914

und 1915 ausgeführt. Die Erzeugung des Spektrums erfolgte nach der oben geschilderten Anordnung, nur benutzte ich statt der achromatischen Kollektorlinse ein Projektionstessar von ZEISS, das zwar chromatisch korrigiert ist, jedoch den Nachteil hat, da es aus mehreren Linsen besteht, eine erhebliche Schwächung des Lichtes herbeizuführen. Als Mikroskopkondensor benutzte ich die untere Linse des ABBÉschen Kondensors mit der numerischen Apertur 1·20. Die Messung der Lichtintensität erfolgte mit einer RUBENSschen Thermosäule. Ich ließ mir zu diesem Apparat einen Ansatz machen, dessen Breite genau der Breite des Mikroskopspiegels entsprach und der genau an die Stelle zu stehen kam, an der sich dann der Mikroskopspiegel befand. Die Stärke des erzeugten Thermostroms wurde mit einem Spulengalvanometer mit Fernrohrablesung von KÖHLER in Leipzig gemacht. Für gleichmäßige Temperatur im Versuchsraum, der Dunkelkammer des Instituts, war stets gesorgt, sie lag zwischen 10 und 15 °. Die Drähte waren an Seidenfäden aufgehängt so, daß weder eine Berührung der Wand noch eine Berührung der Drähte untereinander stattfand. Der Kommutator war gegen Temperaturschwankungen isoliert untergebracht in zwei ineinander befindlichen Holzschachteln, deren Zwischenraum mit Watte ausgefüllt war. Herrn Prof. LAMPA, der mir bei der Aufstellung des Galvanometers behilflich war, spreche ich hierfür meinen herzlichen Dank aus, ebenso Herrn Prof. WIECHOWSKI für die leihweise Überlassung der optischen Bank.

Durch Vorversuche überzeugte ich mich zunächst, daß die Einstellung der Thermosäule ziemlich rasch erfolgte, nach etwa 1′ blieben die aufeinanderfolgenden Ausschläge annähernd konstant, so daß ich mich mit vier Ablesungen begnügte, aus denen dann das Mittel genommen wurde. Betrugen die Abweichungen aufeinanderfolgender Ablesungen mehr als 2 mm der Skala, so waren weitere Messungen erforderlich. Eine Eichung der Instrumente wurde nicht vorgenommen, da es mir bei den Intensitätsbestimmungen nur auf einen Vergleich, nicht aber auf Ermittlung absoluter Werte ankam. Zur Bestimmung der Wellenlänge des Lichtes diente wie in den früheren Versuchen ein ZEISSsches Mikrospektralokular.

Die Messungen über die Verteilung der Lichtintensität im Spektrum der Nernstlampe ergaben, wie aus Abb. 2 ersichtlich, daß die Intensität weitaus am größten im Ultrarot ist (176, manchmal sogar bis über 200 Skalenteile), von den sichtbaren Strahlen sind die roten die intensivsten, doch schon weit schwächer als die

ultraroten (etwa 10 Skalenteile), dann nimmt die Intensität langsam noch etwas weiter ab, bis zu einem Minimum im Blaugrün, um dann gegen das Violett und Ultraviolett wieder schwach anzusteigen. Es gelang mir im Violett und Grün Stellen von gleicher Intensität herauszufinden, die ich direkt zu vergleichenden Versuchen benutzen konnte. Nur um die roten und namentlich die ultraroten Strahlen auf gleiche Intensität herabzustimmen, mußte ich Filter anwenden. In solchen Fällen erweisen sich flüssige Filter als die geeignetsten, da man durch Konzentrationsänderung in der Lösung eine bequeme Möglichkeit der Abstufung hat. Zur Abschwächung des roten Lichtes verwendete ich eine $CuSO_4$-Lösung,

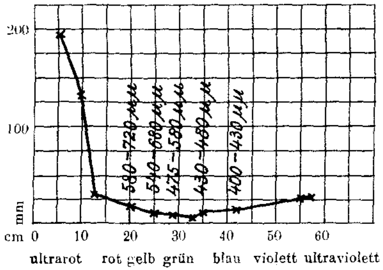


Abb. 2. Verteilung der Intensität im Spektrum der Nernstlampe. Abszissenachse: Ablesungen in Zentimeter von der empirischen Skala auf der Holzleiste, längs der das Mikroskop verschoben wurde. Ordinatenachse: Ausschläge des Galvanometers in Millimetern der Fernrohrskala.

zur Abschwächung des Ultrarot eine Küvette mit Wasser oder mit konzentrierter NaCl-Lösung; bei Anwendung der letzteren zeigte sich, daß an gewissen Stellen eine fast vollständige Auslöschung eintrat (Absorptionsband), an anderen wieder eine ganz geringe Herabminderung. In einigen Fällen arbeitete ich mit Rot, Grün und Violett von gleicher Intensität, in anderen mit Ultrarot und Rot, wobei ich dann das ungeschwächte rote Licht benutzen konnte. Bei Bestrahlung mit Ultrarot mußte natürlich die Untersuchung im sichtbaren Teil des Spektrums vorgenommen werden, an einer Stelle mit geringer Intensität. Die Intensitätsmessungen wurden stets unmittelbar vor Einstellung eines Versuches vorgenommen.

Als Versuchspflanzen benutzte ich *Elodea*, *Vallisneria* und *Tradescantia viridis*. Für *Elodea* und *Vallisneria* gilt das früher Gesagte. In einigen Fällen belichtete ich gleichzeitig auf zwei ganz gleichen Mikroskopen je ein Blatt von zwei *Elodea*-Sprossen. Später zog ich es vor, um die individuellen Schwankungen herabzusetzen, die Versuche mit verschiedenen Blättern desselben Sprosses hintereinander anzustellen. Bei *Vallisneria* benutzte ich Epidermisschnitte aus nahe benachbarten Blatteilen und stellte die Versuche gleichzeitig, einige auch hintereinander, an; stets hatte ich zur Kontrolle einen verdunkelten Schnitt, bei dem während der Zeit, über die sich meine Versuche erstreckten, nie Strömung auftrat. Stets ergab sich dabei, daß im Rot und Ultrarot die Strömung nach kürzerer Zeit eintrat als in den übrigen Spektralbezirken — so war in einigen Fällen im Rot und Ultrarot nach 5—10′ schon Strömung vorhanden, im Grün erst nach 10—20′, während im Violett nach einer Stunde noch keine Bewegung zu beobachten war. Dabei wählte ich meist im Violett Stellen mit etwas größeren Ausschlägen der Thermosäule als in den anderen Bezirken, und doch war manchmal erst nach $1^1/_2{}^h$ eine schwache Strömung festzustellen, manchmal auch nach dieser Zeit noch nicht, es wirkt also dieses Licht wie Dunkelheit, und erst violette Strahlen von größerer Intensität vermögen eine Strömung auszulösen. Zwischen Rot und Ultrarot war kein auffallender Unterschied, doch wenn ein solcher vorhanden war, war er stets zugunsten des Ultrarot.

Die Staubfadenhaare von *Tradescantia viridis* benutzte ich, um die Geschwindigkeit der Plasmaströmung in den einzelnen Spektralbezirken zu messen. Auch hier stellte ich die Messungen meist an ein und derselben Zelle an, um individuelle Schwankungen auszuschalten. Die Messungen wurden mit Okularmikrometer und Stopuhr vorgenommen und die Zeit gemessen, die ein Körnchen brauchte, um 10 Teilstriche meiner Okularmikrometerskala zu durchlaufen. Aus 10 Messungen wurde das Mittel genommen. Es ergab sich, daß die Strömung im Ultrarot am schnellsten war, dann folgte Rot, Grün, Violett. Belichtung von $^1/_4{}^h$ genügte, um eine deutliche Geschwindigkeitsänderung herbeizuführen. Bei nachheriger Verdunklung war schon nach kurzer Zeit eine Herabsetzung der Geschwindigkeit bemerkbar.

Es läßt sich also schließen, daß bezüglich der erregenden Wirkung des Lichtes auf die Plasmaströmung vom langwelligen zum kurzwelligen Teil des Spektrums eine stete Abnahme erfolgt. Es war mir allerdings nicht möglich, alle einzelnen Spektralbezirke im engeren Umfange zu messen, da hierzu die Lichtintensität eine

zu geringe war. Bemerkenswert ist auch, daß grüne und nicht grüne Zellen dasselbe Verhalten zeigten, daß also die Absorption des Chlorophylls hier keine Änderung bewirkt.

Eine besonders starke Wirkung kam in meinen Versuchen den Wärmestrahlen zu. Es ist nun, wie bereits erwähnt, nicht möglich, bei Erwärmung eines *Elodea*-Sprosses durch Einlegen in warmes Wasser in den Blättern Plasmaströmung hervorzurufen. Doch schien es mir denkbar durch lokale Erwärmung eines Blattes oder Blattteiles, also durch Erzeugung eines Temperaturgefälles, dieses Ziel zu erreichen. Denn in den Lichtversuchen wurde ja stets nur eine kleine Anzahl von Zellen der strahlenden Energie ausgesetzt, und auch bei den Versuchen, wo ganze Sprosse dem Sonnenlicht oder Bogenlicht ausgesetzt wurden, war die Verteilung des Lichtes, schon infolge der gegenseitigen Beschattung, keine gleichmäßige. Ich legte gesunde *Elodea*-Sprosse auf einem Objektträger auf den Objekttisch des Mikroskopes und legte über eines der Blätter eine Kapillare, durch welche aus einem gegen Wärme isolierten Gefäß ein ständiger Strom warmen Wassers ging. Das Wasser hatte in dem Vorratsgefäß eine Temperatur von 42—45°, an der das Blatt berührenden Stelle der Kapillare war sie jedenfalls um einige Grade niedriger. Schon nach wenigen Minuten war in den erwärmten Teilen des Blattes Strömung zu beobachten, die nach 10—15′ ziemlich intensiv wurde und dann schon im ganzen Blatte, besonders in den Zellen der Mittelrippe und meist auch in den zunächst benachbarten Blättern eintrat, während in den entfernteren Blättern keine Strömung sichtbar wurde. Die obige Vermutung hatte sich also als richtig erwiesen.

Was nun die Deutung der Erscheinung betrifft, daß durch das Licht die Plasmaströmung erregt werden kann, so ist eine solche schwer zu geben, solange die Ursache der Plasmaströmung selbst nicht näher aufgeklärt ist. Ich dachte an einen Zusammenhang mit der Permeabilitätsänderung. Falls es richtig ist, daß durch Licht und Temperatur die Permeabilität der Plasmahaut erhöht wird (LEPESCHKIN[1]), TRÖNDLE[2]), so wäre es denkbar, daß dadurch der Austritt von Stoffen aus den Zellen in die Umgebung bewirkt wird und dies zur Ursache der Plasmaströmung wird. Wenn ein solcher Zusammenhang bestünde, müßte die Permeabilitätserhöhung durch langwellige Strahlen größer sein als durch kurzwellige. Auch dann sind natürlich andere Deutungen nicht

1) LEPESCHKIN, Beih. z. bot. Ztrbl. 24, I, 308.
2) TRÖNDLE, Jahrb. f. wiss. Bot. 48, 171, 1910.

ısgeschlossen. Auch beabsichtige ich weiterhin einen möglichen ısammenhang zwischen Atmung und Wirkung der Wärmestrahlen ›i der Plasmaströmung ins Auge zu fassen. Daß aber kein Zummenhang zwischen Assimilation und Plasmaströmung besteht, heint mir aus meinen Untersuchungen klar hervorzugehen.

Zusammenfassung.

1. Durch intensive Belichtung gelingt es in den Blättern von ıverletzten *Elodea*-Sprossen, Plasmaströmung hervorzurufen.

2. Allen sichtbaren Strahlen kommt diese Wirkung zu, ferner ıch den ultravioletten und den ultraroten.

3. Quantitative Messungen ergaben, daß die die Plasmaströmung ·regende Wirkung mit der Wellenlänge des Lichtes zunimmt.

4. Diffuse Erwärmung eines Sprosses durch Eintauchen in armes Wasser vermag keine Strömung hervorzurufen, dagegen wohl e Anwendung eines Temperaturgefälles durch lokale Erwärmung nes einzelnen Blattes.

Sitzung vom 30. Juli 1915.

Vorsitzender: Herr J. BEHRENS.

Der Vorsitzende macht die traurige Mitteilung, daß unser Mitglied Herr

Ernst Ule

am 15. Juli nach kurzem Krankenlager verstorben ist.

Die Anwesenden ehren das Andenken an den Verstorbenen durch Erheben von ihren Plätzen.

Zum ordentlichen Mitglied wird ernannt Herr

Kupper, Dr. **W.**, in München.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Kuhn, Erik, stud. phil. in **Innsbruck,** Museumstraße 1 (durch E. HEINRICHER und Ad. WAGNER),

Losch, Dr. **Hermann,** Assistent am Botan. Institut der Landw. Hochschule in Hohenheim (durch O. KIRCHNER und G. LAKON).

AGRICULTURAL COLLEGE AND RESEARCH INSTITUTE LIBRARY
No.
21 MAY 1927
COIMBATORE

Mitteilungen.

32. H. C. Schellenberg: Ein neuer Brandpilz auf Arrhenatherum elatius (L.) M. u. K.

(Mit einer Abbildung im Text und Tafel VII.)

(Eingegangen am 26. Juni 1915.)

Die Gruppe des *Ustilago Carbo* Pers. wurde bereits von PERSOON in eine Anzahl verschiedener Varietäten gegliedert. Erst aber seitdem wir die Biologie dieser Pilze genauer kennen, ist die sichere Trennung in sechs gute Arten möglich geworden. Von diesen ist einer auf *Arrhenatherum elatius* (L.) M. u. K. beschrieben worden, es ist *Ustilago perennans* Rostrup. Die Infektion dieser Wirtspflanze ist noch nicht durch das Experiment nachgewiesen. Nach den morphologischen Verhältnissen zu schließen, steht der Pilz dem Haferbrand *U. Avenae* (Pers.) Jensen sehr nahe. In ähnlicher Weise zerstört er die Fruchtknoten und Spelzenteile von *Arrhenatherum*, wie das *U. Avenae* (Pers.) Jensen am Hafer macht. Dagegen dauert das Myzel des Brandpilzes im Wurzelstock der befallenen *Arrhenatherum*-Pflanze aus. Isoliert man Stöcke von *Arrhenatherum elatius*, die von *Ustilago perennans* befallen sind, so geben sie auch das folgende Jahr wieder den Brandpilz, wie ROSTRUP[1]) zuerst hervorhob und wie ich nach einem früheren Experiment bestätigen kann. Die Sporen von *Ustilago perennans* Rostrup sind fein punktiert wie jene von *U. Avenae* (Pers.) Jensen, aber durchschnittlich ein wenig kleiner.

Außerdem ist auf *Avena sativa* L. noch ein weiterer Brandpilz aufgefunden worden, der glatte oder harte Haferbrand *Ustilago levis* (Kellermann und Swingle) Magnus. Er unterscheidet sich von *U. Avenae* (Pers.) Jensen vor allem durch glatte Sporen. In der Haferblüte halten die Sporenballen fester zusammen und lösen sich darum erst später los als bei *U. avenae* (Pers.) Jensen. *U. levis* (K. u. Sw.) Magnus ist somit eine gute Spezies, die scharf von *U. Avenae* zu trennen ist.

---

1) ROSTRUP, E., Ustilagineae Daniae. Saertryk af den botaniske Forenings Festskrift. Kjöbenhavn 1890.

Bei dem Brand auf *Arrhenatherum elatius* (L.) M. u. K. sind mir früher in der Ausbildung des Sporenmaterials ähnliche Differenzen aufgefallen, wie sie zwischen *U. Avenae* (Pers.) Jensen und *U. levis* (K. u. Sv.) Magnus auf dem Hafer existieren. Dieses Frühjahr ermöglichte ein Zufall das Verhalten beider Brandformen auf *Arrhenatherum* zu beobachten und mit den Sporen Keimversuche anzustellen. Dabei ergab sich, daß beide *Ustilago*arten getrennt werden müssen und als besondere gute Arten anzusprechen sind.

Das Verhältnis der beiden Brandformen zueinander ist das gleiche wie das der bereits bekannten beiden Haferbrandformen. Der eine stäubt leicht; die Spelzen sind darum regelmäßig mit Sporenmaterial beschmutzt. Beim Zerdrücken der Sporenmasse spürt man keinen größeren Widerstand. Die Spore hat eine leicht gekörnte Membran. Sie mißt 5—8 μ. Es ist das der von ROSTRUP beschriebene *Ustilago perennans*.

Der andere Brand stäubt nicht; die Spelzen bleiben darum glänzend weiß und spreizen leicht. Beim Zerdrücken der Sporenmasse spürt man einen kräftigen Widerstand. Sie messen 5—8 μ. Die Sporenmembran ist glatt und leicht verklebt. Ich bezeichne diesen neuen Pilz: *Ustilago Arrhenatheri*.

Ursprünglich glaubte ich, daß auch im Spreizen der Rispenäste eine Differenz zu konstatieren sei. Der Spreizmechanismus hängt zusammen mit den Blüterscheinungen der Pflanze. Bei *U. Arrhenatheri* Sch. sind die Rispenäste auffallend stark gespreizt und verbleiben in dieser Lage. Bei *U. perennans* Rostrup trifft man meistens die Rispenäste nur wenig oder gar nicht gespreizt. Unter den 16 Proben von *U. perennans* Rostrup, die ich dieses Frühjahr sammelte, fanden sich aber auch einige Proben, bei denen das Spreizen der Rispenäste recht ausgeprägt war. Ich kann mir die Sache nur so vorstellen, daß bei wenig umfangreichen Zerstörungen der Blüten durch den Brandpilz auch der Spreizmechanismus wenig in Mitleidenschaft gezogen wird und darum auch die Spreizbewegung sich noch vollzieht. Sind aber die Blütenzerstörungen stärker, so wird auch der Spreizmechanismus davon beeinflußt und die Spreizbewegung der Rispenäste unterbleibt.

Bei *U. perennans* Rostrup beobachtet man, daß die Zerstörungen nicht allein den Fruchtknoten umfassen; es wird die Blütenachse ebenfalls davon betroffen. (Taf. VII, Abb. 4, 5 u. 6.) Die untere männliche Blüte ist regelmäßig vom Brand ergriffen, und meistens beobachtet man, daß auch die Hülle und Deckspelzen vom Pilz befallen worden sind. Die Brandmasse bildet einen zusammenhängenden

Körper, bei denen die einzelnen Blüten sich unregelmäßig abheben (Taf. VII, Abb. 4, 5 u. 6.)

Bei *U. Arrhenatheri* Sch. gehen die Zerstörungen der Blütenteile weniger weit. Die Hüllspelzen oder Klappen bleiben regelmäßig intakt und werden nur kleiner ausgebildet. (Taf. VII, Abb. 1, 2 u. 3.)

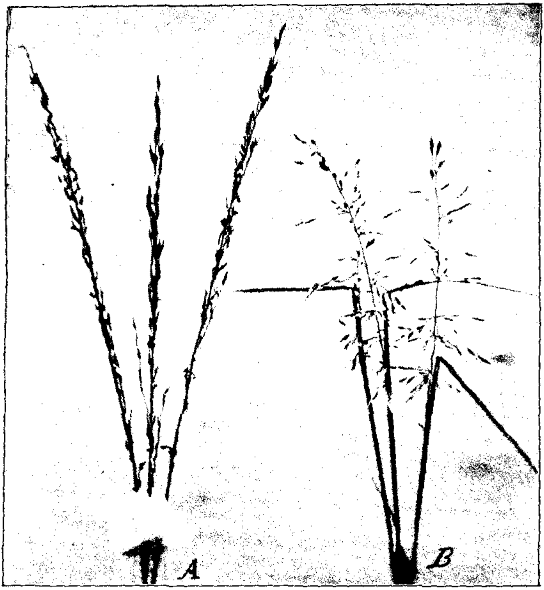


Abb. 1. A. *Arrhenatherum elatius* befallen von *Ustilago perennans* Rostrup. B. *Arrhenatherum elatius* befallen von *Ustilago Arrhenatheri* Schellenberg. Die Gegensätze im Bild betreffen das Verhalten der Rispenäste sowie die Farbe der Spelzen, die im einen Falle schmutzig schwarz, im andern glänzend weiß sind.

Der Pilz beschränkt sich zur Hauptsache auf den Blütengrund. Es wird die Sporenmasse kugelig ausgebildet; die Deckspelzen kleben der Sporenmasse an und sind an der Basis auch vom Pilz ergriffen. Dagegen ist die Ährchenaxe frei von Sporenmaterial.

Man beobachtet in dem einzelnen Ährchen gewöhnlich drei getrennte kugelige Sporenmassen. (Taf. VII, Abb. 1, 2 u. 3.) Die unterste entspricht der zerstörten männlichen Blüte; die beiden andern der folgenden vollständigen Blüte und der dritten reduzierten Blütenanlage. Der Pilz macht somit keinen Unterschied zwischen den verschiedenen Ausbildungen der Blüte. Er befällt sie alle in gleicher Weise, sofern er genügend rasch in der Entwicklung ist. Wenn die Blütenteile sich so rasch entwickeln, daß der Pilz nicht zu folgen vermag, so sind immer die Blüten an der Basis befallen und die oberen im Ährchen frei. Das gleiche widerholt sich an den einzelnen Rispenästen sowie am gesamten Blütenstand. Bei allen befallenen Blüten bleiben aber die Hüllspelzen wie die Deckspelzen kleiner als an gesunden Blüten. Ebenso erfährt die Granne eine starke Reduktion. (Taf. VII, Abb. 1, 2 u. 3.)

Gelegentlich trifft man im Sporenlager an der Basis unfertig ausgebildete Sporen, sowie vereinzelte Hyphen an. Diese Verhältnisse erinnern an *Sphacelotheca*arten; die nahe Verwandtschaft mit den andern *Ustilago*arten geht aber aus den Keimungsverhältnissen klar hervor.

Auch die Sporenmassen zeigen, auf weißes Papier aufgeschüttet, kleine Differenzen. *U. perennans* Rostrup zeigt die den übrigen Vertretern der Gruppe des *U. Carbo* Pers. charakteristische lehmbraune Farbe. Bei *U. Arrhenatheri* Sch. ist die Farbenmasse etwas dunkler, wohl weil die Sporen vielfach zusammenkleben.

Besonders auffällige Differenzen weisen die Keimungserscheinungen auf. Beide Brandpilze keimen leicht in Wasser oder Confitüre aus.

Bei *U. perennans* Rostrup zeigt die Keimung in Wasser ein schmächtiges viergliederiges Promyzel, an dem seitlich und auch endständig selten ovale Conidien, häufiger ein dünnes Myzel gebildet wird. Im Wasser keimen diese Conidien mit einem dünnen Myzelfaden aus; ebenso zeigt das Promyzel die Verlängerung in dünne Fäden. (Taf. VII, Abb. 23 bis 25.)

In Confitüre werden die Formen kräftiger. Die Conidien trennen sich leicht vom Promyzel. Sie zeigen auch da nur wenig sproßhefeartige weitere Sprossungen (Taf. VII, Abb. 36); dagegen trifft man Myzelbildungen und vereinzelte mit Myzelschlauch copulierende Conidien. (Taf. VII, Abb. 37 u. 38.) An der Spore sind oft zwei bis drei Keimschläuche zu sehen. Das Promyzel zerfällt bei reichlicher Ernährung und bildet ebenfalls Myzelfäden. (Taf. VII, Abb. 35.) Das Plasma wandert dann gegen die Spitze nach und man erhält als Endstadium dickere perlschnurartig verdickte Myzelien, bei denen ent-

leerte Zwischenstücke und Basisstücke dünner Myzelien anhaften. In Confitürekulturen füllen sich die Myzelstücke reichlich mit Glycogen.

Die Keimung von *U. Arrhenatheri* Sch. verläuft ähnlich. Der Hauptunterschied besteht darin, daß das Promyzel hier keine Conidien bildet, sondern nur Seitenzweige erzeugt, die fest mit dem Promyzel verbunden bleiben. Bei den Sporenaussaaten in Deckglaskultur haftet darum die ganze Masse der Myzelien aneinander, so daß es oft schwierig wird, die einzelnen gekeimten Sporen zu trennen.

Wie bei *U. perennans* Rostrup zeigt *U. Arrhenatheri* Sch. oft mehrere Keimschläuche aus der gleichen Spore. Das Promyzel ist viergliedrig und zeigt die Bildung von Seitenästen. Bei Wasserkulturen sind diese dünn (Taf. VII, Abb. 7—11); in Confitürekulturen erreichen sie die Dicke des Promyzels. Auch die Verlängerung der Endglieder vom Promyzel verhält sich ähnlich: sie ist in Wasser dünn und in Confitüre fast so dick wie das Promyzel und behält diese Dicke bei, bis der Nährboden erschöpft ist. (Taf. VII, Abb. 12—20). Der Inhalt wandert alsdann gegen die Myzelspitze. Die Myzelien trennen sich auch in älteren Stadien nicht in einzelne Stücke; sie bleiben aneinander und zeigen selten Copulationen. In den älteren Fäden bilden sich perlschnurartige Anschwellungen (Taf. VII, Abb. 22), an denen die entleerten Zwischenstücke und Endstücke zu finden sind. Im Inhalt trifft man eine Menge Glycogen in Form runder Tröpfchen. Dieses gibt mit Jod die bekannte braunrote Färbung, welche beim Erwärmen auf dem Deckglas verschwindet, beim Erkalten aber wieder erscheint.

Von beiden Brandpilzformen auf *Arrhenatherum elatius* (L.) M. u. K. kennen wir die Art der Infektion der Wirtpflanze nicht. Sehr wahrscheinlich zeigen aber beide Pilze die Infektion am keimenden Samen, wie das bei jenen des Hafers der Fall ist. Die Sporen haften den behaarten Spelzen und Samen von *Arrhenatherum* leicht an und kommen auf diese Art und Weise in die nächste Nähe der Keimpflanze.

Der Vergleich mit den Haferbrandformen läßt diese Vermutung zu. *U. Avenae* (Pers.) Jensen, der mit *U. perennans* Rostrup weitgehend in Sporenform und Keimung übereinstimmt, infiziert sicher die Keimpflanze, wie wir aus den Untersuchungen BREFELDs[1]) wissen. Aber auch für *U. levis* (Kell. u. Sw.) Magnus auf Hafer

---

1) O. BREFELD, Untersuchungen aus dem Gesamt-Gebiete der Mycologie. Heft V. Die Brandpilze, Leipzig 1883.

ist dieser Modus der Infektion von APPEL und GASSNER[1]) nachgewiesen.

Die morphologische Übereinstimmung von *U. levis* (Kell. u. Sv.) Magnus mit *U. Arrhenatheri* Sch. ist ebenfalls recht weitgehend, im Gegensatz aber zu *U. Arrhenatheri* Sch. zeigt *U. levis* (Kell. u. Sv.) Magnus bei der Keimung eine ausgeprägte Conidienbildung.

Übersieht man die Verhältnisse in der Gruppe des *Ustilago Carbo* Pers. so zeigen sich folgende Gruppierungen:

Nährpflanzen	Sporen stäubend Membran gekörnt	Sporen verklebt Membran glatt
Triticum	*U. Tritici*	—
Hordeum	*U. nuda*	*U. Hordei*
Avena	*U. Avenae*	*U. levis*
Arrhenatherum	*U. perennans*	*U. Arrhenatheri.*

Die Infektion durch die Narben, die für *U. Tritici* (Pers.) Jensen und *U. nuda* (Jensen) Kell. u. Sv. nachgewiesen ist, findet bei den andern Vertretern nicht statt. Sicher ist das für *U. Avenae* Pers.) Jensen, *U. levis* (Kell. u. Sv.) Magnus und *U. Hordei* (Pers.) Kell. u. Svingle, bei denen die Infektion der Keimpflanze experimentell festgestellt wurde. Man muß aus der Tatsache, daß innerhalb der Brandformen mit gekörnter Membran zweierlei Infektionswege betreten werden, den Schluß ziehen, daß jener Infektionsweg, der bei zwei oder mehreren verwandten Pilzen auf diese verwandten Pflanzen gleiches Spezies betreten wird, der stammesgeschichtlich ältere ist. Die Narbeninfektion wäre somit die jüngere Infektionsform, die sich aus der Keimlingsinfektion abgeleitet hat, und die eigenartige Keimung der Sporen dieser Formen mit Myzelien ist als eine direkte Anpassung an das Wachstum auf den Narben anzusehen. Andererseits muß man hervorheben, daß bei andern Brandformen, die sicher keine Narbeninfektion aufweisen, auch das Auswachsen der Promyzelien zu Myzelfäden aufgefunden wurde, so bei *U. Panici-miliacei* (Pers.) Winter.

Es ist darum nicht wunderlich, wenn innerhalb der Formen mit glatter Membran der *U. Carbo* ein Vertreter sich vorfindet, der ebenfalls das direkte Auskeimen der Promyzelien zu Myzelfäden zeigt. Es ist das *U. Arrhenatheri* Sch. Wahrscheinlich sind noch andere Momente, die wir nicht übersehen, maßgebend für die Keimung mit Myzelfäden oder Conidien.

---

1) O. APPEL u. GASSNER, Der derzeitige Stand unserer Kenntnisse von den Flugbrandarten des Getreides. Mitteil. aus der Kais. biolog. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft, Heft 3, 1907.

Aus der Übersicht der Formen des *U. Carbo* Pers. ist der Schluß auch wahrscheinlich, daß auf *Triticum*arten noch ein weiterer Vertreter der Gruppe aufgefunden werden wird, der eine glatte Membran haben muß und Keimlingsinfektion zeigen wird. Bis heute kennen wir ihn nicht. Zu suchen ist er auf den primitiveren Formen der Gattung mit zerbrechlicher Ährenspindel, denn dort ist die größte Wahrscheinlichkeit, daß die Brandsporen eingeschlossen von den Spelzen bis zur Keimung der Frucht erhalten bleiben und den jungen Keimling alsdann leicht infizieren können.

Das führt uns auf die Frage, woher daß wohl unser *U. Arrhenatheri* Sch. stammt und welches sein Verbreitungsgebiet ist. Von den 24 Brandproben, die ich auf *Arrhenatherum* gesammelt habe, gehören nur zwei zu *U. Arrhenatheri* Sch.; alle andern sind *U. perennans* Rostrup.

Beide *Arrhenatheri*proben stammen von Dauerwiesen aus der Umgebung Zürichs. Sicher ist, daß *U. perennans* Rostrup in neu angesäeten Wiesenanlagen mit *Arrhenatherum* besonders häufig anzutreffen ist. Er ist hierher mit dem Saatgut verbreitet worden. Das ist der Grund, warum er aus sehr vielen Gegenden bekannt geworden ist. Ich habe aber *U. perennans* Rostrup ebenfalls in Naturwiesen in der Umgebung Zürichs gesammelt. Ob er hierher erst sekundär gelangt ist, vermag ich nicht zu sagen. Erst genauere weitere Nachforschungen dürften vielleicht besondere Entstehungszentren beider Brandpilze nachweisen.

Erklärung der Tafel VII.

Abb. 1 u. 2. Blüten von *Arrhenatherum elatius* (L.) M. u. K. mit Brandlagern von *Ustilago Arrhenatheri* Sch. Die Hüllspelzen sind hinuntergebogen. Vergr. 2.

Abb. 3. *Arrhenatherum*blüte mit *Ustilago Arrhenatheri* Sch; nur die untere männliche Blüte ist zerstört. Vergr. 2.

Abb. 4, 5 u. 6. Blüten von *Arrhenatherum elatius* (L.) M u. K. zerstört durch *Ustilago perennans* Rostrup. Vergr. 2.

Abb. 7, 8, 9, 10 u. 11. Keimende Sporen von *Ustilago Arrhenatheri* Sch. aus Wasserkulturen. Vergr. 600.

Abb. 12, 13, 14, 15 u. 16. Keimende Sporen von *Ustilago Arrhenatheri* Sch. aus Confiturekulturen, jüngere Stadien. Vergr. 600.

Abb. 17, 18, 19, 20 u. 21. Ältere Stadien keimender Sporen von *Ustilago Arrhenatheri* Sch. Vergr. 600.

Abb. 22. Myzelfäden von *Ustilago Arrhenatheri* Sch. mit abgeschlossener Entwicklung, perlschnurartig verdickt und mit Glycogeneinlagerung Vergr. 600.

Abb. 23, 24 u 25. Keimende Sporen von *Ustilago perennans* Rostrup aus Wasserkultur. Vergr. 600.

Abb. 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 u. 34. Keimende Sporen von *Ustilago perennans* Rostrup aus Confiturekulturen. Vergr. 600.

Abb. 35. Zerfallene Promyzelstücke von *Ustilago perennans* Rostrup, die weiter wachsen. Vergr. 600.

Abb. 36. Sprossende Conidien von *Ustilago perennans* Rostrup. Vergr. 600.

Abb. 37. Ausgewachsene Conidien von *Ustilago perennans* Rostrup nach Erschöpfung der Nährlösung. Vergr. 600.

Abb. 38. Durch ein Myzelstück verwachsene Conidien von *Ustilago perennans* Rostrup. Vergr. 600.

Nachtrag.

Nachdem meine Arbeit bereits der Redaktion der Berichte der deutschen bot. Ges. eingesandt war, macht mich Prof. Dr. J. BEHRENS darauf aufmerksam, daß APPEL und GASSNER im Bericht über die Tätigkeit der kais. biolog. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft im Jahre 1906 (Berlin, PAREY 1907), p. 12—14, einen Brandpilz auf *Arrhenatherum elatius* beschreiben, der mit dem meinigen offenbar identisch ist. Die betreffende Stelle lautet: „Der Unterschied von *U. perennans* Rostrup im äußeren Krankheitsbild besteht darin, daß die Sporen nicht ausstäuben, sondern ebenso wie beim gedeckten Haferbrand von den Spelzen fest umschlossen bleiben und kleine harte Gebilde darstellen. Wir nennen daher den Pilz *Ustilago dura* Appel et Gassner. Die Sporen des Pilzes sind im Gegensatz zu denen von *U. perennans* Rostrup glatt und keimen mit Promyzel und Konidien aus."

Daraus geht hervor, daß APPEL und GASSNER offenbar den gleichen Pilz vor Augen hatten. Der Name *Ustilago dura* Appel et Gassner hat somit die Priorität, und mein Vorschlag *U. Arrhenatheri* wird dadurch hinfällig.

Nachträglich sei noch bemerkt, daß die Stöcke von *Arrhenatherum* auch im zweiten Schnitt wieder Triebe mit dem gleichen Brand hervorgebracht haben. Damit ist bewiesen, daß das Myzel von *U. dura* A. et G. im Wurzelstock von *Arrhenatherum* ausdauert.

33. J. Reinke: Eine bemerkenswerte Knospenvariation der Feuerbohne nebst allgemeinen Bemerkungen über Allogonie.

(Eingegangen am 7. Juli 1915.)

I. Beobachtungen.

Im Sommer 1913 zeigte sich zu Kiel in einer Kultur der gewöhnlichen feuerrot blühenden Rasse von *Phaseolus multiflorus* ein abweichendes Exemplar. Alle Samen der ausgesäten Bohnen waren auf einem Felde des Botanischen Gartens geerntet und hatten keinerlei Abweichung an Größe und Struktur der Samenschale (schwärzliche Marmorierung auf hellviolettem Grunde) von der typischen Form gezeigt. Die Kultur befand sich in Holzkästen auf einer im ersten Stock des Institutsgebäudes liegenden Terrasse, die nach zwei Seiten durch Wände geschützt war.

Das abweichende Exemplar unterschied sich im Aufbau des Stengels und in den Blättern nicht von der typischen Form; es zeichnete sich vor den übrigen, ausschließlich rot blühenden Pflanzen der Aussaat dadurch aus, daß ein Teil seiner Blütenstände nur Blüten mit weißen Blumenkronen hervorbrachte. Diese weißen Blütenstände, in deren Hauptachsen wie Blütenstielen kein Anthocyan zu bemerken war, befanden sich im oberen Teil der Pflanze, das unterste Stück des Stengels trug ausschließlich rotblühende Inflorescenzen; in diesen wie in sonstigen rotblühenden Ständen der Feuerbohne sind die Kelchblätter und die Achsen anthocyanhaltig. Auch nahmen die weißen Blütenstände nicht den ganzen oberen Teil der Pflanze ein, sondern sie wechselten ab mit ausschließlich rotblühenden Trauben. Aus diesen Tatsachen geht deutlich hervor, daß in den Achseln mehrerer Blätter Vegetationspunkte entstanden waren, von denen nur anthocyanfreies Zellgewebe gebildet wurde, wobei ich den feuerroten Farbstoff der Blumenkrone von *Ph. multiflorus* den Anthocyanen zurechne; allerdings ist mir dabei erneut zum Bewußtsein gelangt, wie sehr der Begriff des Anthocyans einer eingehenden Kritik bedarf. Die Stellung der Tragblätter der weißen Inflorescenzen war dadurch bestimmt, daß sie ungefähr einer Längshälfte des Stengels angehörten, die andere Hälfte brachte rote Blütenstände hervor. Der unterste Teil des Stengels, der nur rot

blühte, war durchweg anthocyanhaltig; der die weißen Blütentrauben tragende Sektor des Stengels war anthocyanfrei, während der die roten Trauben hervorbringende Sektor anthocyanhaltig war. Das Anthocyan der Achsen ist weinrot, unterscheidet sich also merklich vom Feuerrot (Gelbrot) der Blumenblätter bei *Ph. multiflorus.*

Die weißen Blütenstände des *Ph. multiflorus* unterschieden sich in der Länge der Achsen wie in der Größe, Gestalt und Zahl der Blumen nicht von den roten; es fehlt ihnen nur die gelbrote Farbe der Blumenkrone bzw. der weinrote Anflug der Achsen und der Kelchblätter. In Ausnahmefällen fand ich auch bei der rotblühenden Feuerbohne anthocyanfreie Achsen im Blüthenstande; die Kelchblätter waren stets rötlich angelaufen.

Die weißblühenden Inflorescenzen meiner Feuerbohne wichen dagegen wesentlich ab von denen des gleichfalls weiß blühenden *Phaseolus vulgaris.* Die Blütenstände der ersteren sind viel reichblumiger, als die der letzteren; ihr Stiel, d. h. das unterste, nackte Internodium ist bei *Ph. multiflorus* 8 bis 18 cm lang und übertrifft an Länge den Stil des Tragblatts; der Stiel der wenigblumigen Inflorescenzen von *Ph. vulgaris* ist nur 1 bis 4 cm lang an den im Botanischen Garten gezogenen Exemplaren und kürzer als der Stiel des Tragblatts. Die Größe der Blume ist bei *Ph. multiflorus* beträchtlicher als bei *vulgaris,* ihre Form bei beiden Arten verschieden. Das alles gilt für die weißblühende Variante der Feuerbohne so gut wie für die rotblühende. Es waren also in der beschriebenen Knospenvariation wirklich weiße Blumen von *Ph. multiflorus* und nicht etwa solche von *Ph. vulgaris* entstanden. Hinzugefügt sei, daß sämtliche Achsen von *Ph. vulgaris* anthocyanfrei sind.

Die weißen Blütenstände des bemerkenswerten Exemplars von *Ph. multiflorus* wurden bis zur Ernte von 1913 durch umgelegte weiße Fäden markiert, ebenso markierte ich einige ihrer roten Blütenstände durch schwarze Fäden. Ein Teil der bezeichneten Inflorescenzen wurde mit Tüll umhüllt, doch setzten diese sämtlich nicht an. Auch soweit die Blütenstände unverhüllt blieben, hat die Pflanze schlecht angesetzt, die Fruchtknoten der meisten Blumen waren unentwickelt geblieben. Ich erntete von den weißen Blumen vier Hülsen mit reifen Samen, von den roten Blumen derselben Pflanze zwei Hülsen. Die Hülsen der weißen Blumen ergaben zusammen nur neun wohlausgebildete Samen, die der roten fünf Samen. Die Samen aus den roten Blumen waren nach Größe und Färbung ganz normal, d. h. die Samenschale zeigte schwärzliche Marmorierung auf hellviolettem Grunde; die Samen der weißen Blumen waren von gleicher Größe wie die der roten, die Samen-

schale indes vollkommen weiß, ohne jede Spur von Farbstoff.

Im Frühling 1914 wurden die Samen von mir persönlich ausgesät, jeder Same in einen einzelnen Topf gesteckt, der Topf beziffert und darüber Protokoll geführt; die daraus hervorgehenden Pflanzen der F^1 Generation wurden später ausgetopft und auf Beete im Botanischen Garten gepflanzt, die von den Kulturbeeten anderer Bohnen entfernt lagen. Weil ich aus den früheren Erfahrungen schloß, daß *Ph. multiflorus* das Einbinden seiner jungen Blütenstände in Gazehüllen schlecht vertrage, habe ich bei den Pflanzen des Jahres 1914 ganz darauf verzichtet.

Die fünf bunten Samen der Ernte von 1913 ergaben Sprosse mit rötlich angelaufenen Internodien und Blattstielen, auch sind bei solchen Pflanzen die Rippen der Unterseite der Erstlingsblätter stets rötlich gefärbt; sie trugen später ausschließlich Inflorescenzen mit feuerroten Blumen der typischen Beschaffenheit. Unter den neun weißen Samen ergaben zwei gleichfalls Pflanzen mit anthocyanhaltigen Achsen und Blattstielen, die später rot blühten; aus den sieben anderen weißen Samen dagegen entwickelten sich Pflanzen mit rein grünen, also anthocyanfreien Stengeln und Blattstielen sowie ausschließlich weißblühenden Inflorescenzen, die bei der Ernte von 1914 lediglich weiße Samen lieferten. Die Samen aller rotblühenden Pflanzen waren typisch dunkelmarmoriert.

Zur Erzielung einer F^2-Generation wurden im Herbst 1914 nur die Samen der Pflanzen geerntet, die von den weißen Samen der *P*-Pflanze des Jahres 1913 abstammten; zwei dieser Samen hatten 1914, wie schon bemerkt, rotblühende Pflanzen mit bunten Samen geliefert, die übrigen anthocyanfreie weißblühende Exemplare mit weißen Samen hervorgebracht. Die rotblühenden Pflanzen waren etwas üppiger als die anthocyanfreien, ihre sämtlichen Samen gut und normal entwickelt; die weißblühenden F^1-Pflanzen trugen dagegen Samen von ziemlich ungleicher Größe, wenn auch die Mehrzahl als normal gelten konnte. In der Samenschale war keine Spur von Farbstoff zu bemerken; allein bei 6 dieser Samen war die Testa nur unvollkommen ausgebildet, sie bedeckte die Kotyledonen nicht vollständig, mehrfach nur etwa bis zur Hälfte.

Was die F^2-Generation des Jahres 1915 anlangt, so gingen aus den bunten Samen ganz normale, anthocyanhaltige und rotblühende Feuerbohnen hervor.

Von den weißen Samen wurden 200 Stück in Töpfen angesetzt und in der zweiten Hälfte des Mai ausgepflanzt. Ein Topf nahm die sechs Bohnen mit unvollständiger Testa auf, davon keimte

nur eine einzige, die ein anthocyanfreies, später weißblühendes Exemplar lieferte. Im ganzen waren von den 200 Samen nur 155 gekeimt; ich hatte bei der Aussaat keineswegs die größten Samen ausgesucht, sondern auch kleinere und unvollkommnere mitausgesät.

Von diesen 155 gekeimten und ausgetopften Pflanzen zeigten sich 113 in den vegetativen Teilen anthocyanfrei und blühten später weiß; 42 dagegen ließen an den Rippen der Unterseite der ungeteilten Erstlingsblätter bereits roten Farbstoff erkennen, später trat auch in den Internodien Anthocyan auf, und die Pflanzen blühten rot, ganz wie die normale, allbekannte Feuerbohne[1]).

Auf die weißen Blumen der F^2-Generation muß allerdings noch etwas näher eingegangen werden. Nur bei einem Teil dieser Blüten war die gesamte Blumenkrone rein weiß; bei einem andern Teil waren die Flügel rein weiß, dagegen fanden sich elfenbeinfarbige Stellen auf dem Rücken der Fahne; bei einer dritten Gruppe waren die Flügel weiß, der ganze Rücken der Fahne elfenbeinfarbig; bei einer vierten Gruppe war die Fahne beiderseits elfenbeinfarbig, die Flügel waren teilweise oder ganz ebenso gefärbt und daneben noch mehr weniger verkümmert. Bei einigen dieser Blumen fand ich auch die Fahne verkürzt (verkrüppelt) mit ein paar hellgrünen Flecken an der Spitze. Ich meine zu erinnern, daß eine elfenbeinartige Verfärbung der Blumenkrone bei den Pflanzen von 1914 erst mit Beginn des Verblühens eintrat. Die vegetativen Teile und die Kelchblätter dieser Pflanzen von 1915 waren rein grün gefärbt.

Damit gelangten meine Versuche zu vorläufigem Abschluß, ich beabsichtige, die Samen der F^2-Generation im Herbste zu sammeln. Einen Abschluß der Blumen durch Gazehüllen sowie den Versuch einer Selbstbestäubung habe ich auch diesmal unterlassen.

Es handelt sich im vorliegenden Falle bei der P-Generation um eine Knospenvariation, die ganze Achselsprosse bzw. Blütenstände umfaßt und somit bis auf das früheste Stadium von deren Vegetationspunkten zurückgreift. Ja noch mehr! Bei der Pflanze von 1913 lieferte der Vegetationspunkt der Primäraxe anfangs nur anthocyanhaltiges Gewebe; später spaltete er einen Sektor mit anthocyanfreiem Gewebe ab, und aus diesem gingen die weißblühenden Inflorescenzen hervor. Die Knospenvariation muß daher ihren

1) **Baur** führt an (Einführung etc., II. Aufl., S. 304), daß man auch beim Löwenmaul am Anthocyangehalt ganz junger Keimpflanzen schon erkennen könne, ob sie rot oder gestreift blühen werden.

ersten Grund bereits im Vegetationspunkte der Primärachse gehabt haben; *hier verlor ein Teil der Zellen des Teilungsgewebes nach Bildung einer Anzahl von Laubblättern mit den zugehörigen Internodien die Fähigkeit, Anthocyan zu erzeugen.*

Von *Phaseolus multiflorus* sind meines Wissens Knospenvariationen bisher nicht bekannt geworden. P. J. S. CRAMER erwähnt in seiner gründlichen „Kritische Übersicht der bekannten Fälle von Knospenvariation" (Haarlem 1907) die Pflanze nicht. Dagegen hat JOHANNSEN Knospenvariationen von *Phaseolus vulgaris* in seinem Aufsatze „Über Knospenmutation bei *Phaseolus*" (Zeitschr. f. exakte Abstammungslehre I. S. 1 ff.) beschrieben. JOHANNSEN meint, Knospenvariation sei eine verbreitete Erscheinung bei Pflanzen heterozygotischer Natur; auch die mosaikartigen Spaltungserscheinungen verschiedener Bastarde gehörten wohl hierher. Er berichtet dann über Knospenvariation in einer reinen Linie von Bohnen, „die eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Verhalten von Mosaikbastarden haben". So fand er 1904 in einer reinen Linie von *Phaseolus vulgaris* ein abweichend geformtes Erstlingsblatt, das andere war normal. Das erste Laubblatt war rechts normal, links abweichend, nämlich ganz schmal; in seiner Achsel entstand ein schmalblättriger Sproß. Dieser „*angustifolia*"-Sproß fruchtete nicht; die Samen anderer Hülsen gaben normale Pflanzen. Schon 1903 hatte JOHANNSEN an einem andern Individuum einer reinen Linie dieser Art einen chlorophylllosen Achselsproß beobachtet, der blühte und eine *weiße Hülse gab, in der vier normale, braune Bohnen saßen, die bei der Keimung völlig chlorophylllose Pflanzen hervorbrachten,* welche bald abstarben. Von irgendwelcher Kreuzung konnte hierbei nicht die Rede sein, wie diese Abspaltungen nach JOHANNSENs Ansicht (S. 7) auch nicht Ausdruck einer heterozygotischen Natur der betreffenden Pflanzen gewesen sein können; er meint, daß in den Anlagen der Gewebezellen der Sproßvarianten eine Veränderung erfolgt sei, welche die Knospenabweichung zur Folge hatte, die dann in der Tat einen genotypischen Unterschied darstellte. (S. 10.)

Ich erwähnte hier gleich anfangs diese Beobachtungen JOHANNSENs an *Ph. vulgaris*, weil die Pflanze in den Verwandtschaftskreis von *Ph. multiflorus* gehört; indessen gilt *Ph. vulgaris* für einen Selbstbestäuber, während bei *Ph. multiflorus* gewöhnlich Fremdbestäubung vorkommen soll, so daß die Individuen der letzteren Art wohl als mehr oder weniger heterozygotisch zu gelten haben.

In bezug auf *Ph. multiflorus* entnehme ich noch VILMORINs „Blumengärtnerei", deutsche Ausgabe (I. S. 210, 1896), daß von

dieser Pflanze eine Abart mit weißen Blumenkronen bekannt ist; in einem anderen Gartenbuche fand ich die Notiz, daß diese Abart unter dem Namen „weiße russische Bohne“ öfters als Gemüsepflanze angebaut wird Eine solche Abart war also in meinen Versuchen aus sieben Blumen der weißblühenden Knospenvariation entstanden. Das beschriebene Exemplar der Feuerbohne von 1913 hatte durch Knospenvariation eine weißblühende, in gewissem Umfange erbliche Rasse abgespalten. Daß die Samenschalen der weißen Blumen, die ja, weil aus den Integumenten der Samenknospen hervorgegangen, zur elterlichen Generation gehören, sämtlich farblos ausfielen, ist bei dem völligen Anthocyanmangel der weißblühenden Sprosse nicht auffallend. Wichtig dagegen bleibt, daß die große Mehrzahl der geernteten weißen Bohnen zu anthocyanfreien, ausschließlich weißblühenden Pflanzen heranwuchs, während es nicht weniger beachtenswert ist, daß zwei der geernteten weißen Bohnen, die sicher aus Blumen mit weißer Corolle hervorgegangen waren, wieder typische rotblühende Feuerbohnen lieferten. Wenn man bedenkt, daß auch die unbefruchtete Eizelle noch zur P-Generation gehört, so wird diese Rückschlagsbildung in einem Teil der Samen um so auffallender. Das Wort „Rückschlag“ ist in der Vererbungslehre etwas unmodern geworden; für die Beschreibung mancher Erscheinungen scheint es mir indes keineswegs unpraktisch zu sein. Ganz entsprechend verhielt sich die Bohnenernte von 1914, indem die Pflanzen in eine Mehrheit von weißblumigen und eine Minderheit von rotblumigen Exemplaren aufspalteten.

* * *

Eine Tatsache ist zweifellos mehr wert als hundert der schönsten Spekulationen. Doch jede Tatsache der Biologie bildet stets eine Quelle von Problemen; diese Probleme werden immer wieder zu Spekulationen anregen und dadurch die Entdeckung neuer Tatsachen herbeiführen. Mag der Naturforscher sich noch so „exakt“ gebärden, er spekuliert doch, und exakt heißt nichts weiter als genau. Genau sollen wir aber nicht bloß im Beobachten, sondern auch im Nachdenken über das Beobachtete sein, und darum scheint mir das Wort „exakt“ ziemlich überflüssig zu sein. Im nachstehenden werde ich versuchen, die Tatsachen meiner vegetativ in rot und weiß blühende Infloreszenzen aufspaltenden Feuerbohne von 1913 zu deuten nach den in der Wissenschaft zurzeit geltenden Gesichtspunkten.

II. Erste Deutung.

Die Individuen des gewöhnlichen, scharlachrot blühenden *Phaseolus multiflorus* stimmen phaenotypisch weitgehend überein.

Dieser Phaenotypus umfaßt zahlreiche reine Linien von genotypischer Einheitlichkeit, die sich indes durch Merkmale nicht unterscheiden lassen. Sind diese Linien ihrerseits auch genotypisch verschieden, so entziehen sich doch innerhalb der Population ihre Unterschiede unserer Kenntnis, und es scheint mir kein Anlaß vorhanden zu sein, sie nicht nach älterem Herkommen in ihrer Gesamtheit als einheitliche „reine Rasse" ansprechen zu dürfen. Ob auch der von den Gärtnern gezogene weißblühende *Phas. mult.* als reine Rasse zu betrachten ist, bleibt näher zu prüfen. Auch für MENDEL waren die von ihm gekreuzten Ackererbsen mit roter und die mit weißer Blumenkrone zwei reine Rassen. In diesem Sinne würde die Kreuzung zweier rotblühender Individuen von *Phas. mult.* eine (relative) Homozygote ergeben; die Kreuzung der rotblühenden mit der weißen Abart eine Heterozygote. In diesem nicht ganz strengen Sinne sollen die erwähnten Begriffe im folgenden gehandhabt sein.

Unter solcher Voraussetzung bzw. Einschränkung möge im ersten Deutungsversuche meine zugleich rot- und weißblühende Feuerbohne von 1913 als Abkömmling der gewöhnlichen, rotblühenden reinen Rasse mit homozygotischem Ursprung gelten; experimentell läßt sich nachträglich ja nichts über ihre Entstehung ausmachen.

Wir werden aber auch die rotblühenden Teile der Pflanze von 1913 als die primären Bestandteile ansehen, ganz abgesehen davon, daß die roten Blütenstände zahlreicher waren, als die weißen, und im unteren Teil der Pflanze ausschließlich vorkamen. Wir betrachten dann die weißblühende Achselsprosse als eine Neubildung an der rotblühenden Pflanze. Bemerkenswert ist die diskontinuierliche oder sprungweise Abänderung des rotblühenden Typs in den weißblühenden, weil nirgends Blumen etwa von hellerem Rot auftreten. Man wird an die gleichfalls stets diskontinuierlichen Konfigurationsänderungen im Kaleidoskop erinnert. Das Auftreten der weißen Blütenstände an meiner Bohnenpflanze war daher eine Knospenheterogonie (oder Heterogenesis), wie im Anschluß an KÖLLIKER und KORSCHINSKY gesagt werden kann, weil das Wort „Mutation" vor seiner bekannten Anwendung durch DE VRIES im paläontologischen Sprachschatz bereits anderweitig vergeben ist[1]). Da

1) In seinem Buche „Die geologischen Grundlagen der Abstammungslehre" (Leipzig, 1908) sagt GUSTAV STEINMANN auf S. 18: „Nichts bezeugt besser die Nichtachtung, der sich die historische Forschung von seiten der Biologen zu erfreuen gehabt hat, als die betrübliche Tatsache, daß der Begriff der Mutation, den WAAGEN im Jahre 1867 für die kleinsten, noch wahrnehm-

indes die Zoologen mit dem Worte „Heterogonie" auch einen anderen Sinn verbinden, scheint es mir zweckmäßig zu sein, in der Vererbungslehre das Wort „Mutation" durch **Allogonie** zu ersetzen.

Die Pflanze von 1913 entstammt mutmaßlich typischen Stammeltern von *Phas. mult.*, da die weißblühende Abart bis dahin im Botanischen Garten zu Kiel nicht kultiviert oder beobachtet wurde, auch nach Versicherung des Gärtners, der die Samen gepflanzt hatte, sämtliche Bohnen die dunkelmarmorierte Farbe der typischen Samen von *Phas. mult.* zeigten. Die Pflanze von 1913 hatte somit die Eigenschaften bzw. Merkmale des typischen *Phas. mult.* ererbt, nur in bezug auf die weißblühenden Knospen bzw. Blütenstände zeigte sie eine abweichende „Reaktionsweise", die diskontinuierlich nach Art der Bildverschiebung im Kaleidoskop von der rotblühenden abwich und sich durch jeglichen Mangel an Anthocyan in den Sproßachsen, in den Blumenblättern und in der Samenschale zu erkennen gab. Das Gen bzw. die Gene oder, wie ich am liebsten sage, die Erbfaktoren für Anthocyanbildung[1]) fehlten also in den weißblühenden Sprossen von der ersten Bildung der Vegetationspunkte in den Achseln der Tragblätter an, wahrscheinlich schon in einem Teil des Vegetationspunktes der Primärachse der Pflanze. Die genotypische Konstitution bzw. Reaktionsnorm war somit in den weißen Knospen anscheinend eine ärmere geworden; es handelt sich also mutmaßlich um eine Verlust-Allogonie, den Ausfall eines Gens oder Erbfaktors[2]) in den weißen Knospen. Auch JOHANNSEN (Erblichkeitslehre, II. Aufl., S. 654) hält für wahrscheinlich, daß bei solchen Knospen-Allogonien „eine ganz direkte Änderung der genotypischen Konstitution in vegetativen Zellen" anzunehmen sei.

Einige Analogie zu unserer Knospen-Allogonie der Feuerbohne zeigt vielleicht das von CORRENS beobachtete Verhalten einer buntblättrigen Sippe von *Mirabilis Jalapa* (vgl. CORRENS „Die neuen Vererbungsgesetze", S. 70, 1912. Auch Ber. d. D. Bot. Ges.

baren Änderungen, gewissermaßen für das Differential der organischen Umbildung im Laufe der Zeit, aufgestellt hatte, und der in jedem Lehrbuch der Paläontologie erläutert ist, jüngst von einem Botaniker für eine wesentlich verschiedene Erscheinung verwendet werden konnte!"

1) Will man auf die Verschiedenheit des weinroten Anthocyans in den Achsen- bzw. Kelchblättern und des feuerroten in der Blumenkrone Gewicht legen, so sind schon deswegen mehrere Erbfaktoren anzunehmen, die in den weißen Blütenständen nicht zur Reaktion gelangen.

2) In Abhandlungen über Vererbung wird meistens nur „Faktor" gesagt; da aber Licht, Wärme usw. „Außenfaktoren" sind, ist es wohl besser, das Wort Erbfaktor zu benutzen.

1910, S. 418 ff.). An der buntblättrigen Pflanze entspringen einzelne Äste mit rein grüner Laubfarbe. Bei Selbstbestäubung der an den grünen Zweigen entstandenen Blumen besteht deren Nachkommenschaft aus $^1/_4$ buntblättrigen und $^3/_4$ grünen Pflanzen, von den Nachkommen letzterer ist $^1/_4$ grün, $^2/_4$ spalten in gleicher Weise auf; die buntblättrigen Äste derselben Pflanze ergaben dagegen nur buntblättrige Nachkommen. Ich werde darauf zurückkommen. Wir können in bezug auf die Bohnenpflanze von 1913 auch von einer sektorialen Allogonie sprechen, in der die im übrigen typische Pflanze keine chlorophylllose, sondern nur anthocyanfreie Sektoren abspaltete. Die weißen Blumen bezeichneten überwiegend den *dauernden, in zwei Exemplaren aber auch nur den vorübergehenden* Verlust bzw. das Zurücktreten des das Anthocyan bildenden Erbfaktors, wobei das Auftreten eines Hemmungsfaktors nicht ausgeschlossen ist. Im Zusammenhang damit ist von Interesse, wenn CRAMER (l. c. S. 20) hervorhebt, daß alle bis jetzt bekannten Knospenvariationen „degressiv und retrogressiv, nicht progressiv" sind, also Verlust-Allogonien darstellen.

Bei allen Studien über die Mannigfaltigkeit der Pflanzen schiebt sich immer wieder die Frage ein: Woher stammen die reinen Rassen und die reinen Linien, die sich doch erblich konstant erhalten? Wenn wir von den zwei sich abweichend verhaltenden weißen Samenkörnern der weißen Blumen der Bohnenpflanze von 1913 absehen, so ergaben die übrigen 7 weißen Bohnen bei ihrer Aussaat 1914 Pflanzen, die ohne jede sektoriale Variation der schon längst bekannten weißblühenden Rasse von *Phas. mult.* glichen. Ich kann also sagen, daß ich die Geburt der weißen Rasse von *Phas. mult.* auf dem Wege der Knospenallogonie beobachtete. Ob die seit langen Jahren bekannte weiße Rasse der Feuerbohne einer Allogonie durch Zeugung entstammt, ist unbekannt; es wäre indes möglich, ja, es dünkt wahrscheinlich, daß auch diese *einer* Knospen-Allogonie den Ursprung verdankt. Warum sollte eine derartige Knospen-Variation sich nicht dann und wann wiederholt haben? Schon CRAMER sagt ganz allgemein (l. c. S. 41): „Wenn Knospen-Variationen Samen tragen, entstehen aus den Zweigen mit verschiedenen Merkmalen auch Kinder mit entsprechenden Unterschieden." Allerdings weiß CRAMER (S. 64) kein Beispiel dafür anzuführen, daß durch Knospen-Variation aus der typischen Art eine vollkommen erbliche Varietät entstand. Wie sich die Erblichkeit der von mir gewonnenen weißblühenden Feuerbohne dauernd verhält, werden erst fortgesetzte Kulturen ergeben können.

Jedenfalls bleibt uns nichts anderes übrig, als die vegetative Spaltung der generativen analog zu denken; der in der Form eines Vegetationspunktes neugebildete Embryo eines Achselsprosses kann so gut eine Allogonie darstellen und damit eine neue erbliche Unterart einleiten, wie ein durch Zeugung entstandener Embryo im Samenkorn.

Die erste Deutung der Bohnenpflanze von 1913 ergibt also, daß an ihr durch Knospen-Allogonie eine weißblühende, erbliche Rasse der Feuerbohne entstand. Eine schwache Seite dieser Deutung besteht darin, daß nicht alle Individuen der F^1- und der F^2-Generation berücksichtigt wurden, sondern nur die weißblühende und weiße Samen tragende Mehrheit der Nachkommen.

III. Zweite Deutung.

Die Zweite Deutung ergibt sich aus der Annahme, daß die besprochene Bohnenpflanze von 1913 (P-Generation) einen Bastard darstellte, entstanden aus der Kreuzung einer weißblühenden Bohnensippe mit der gewöhnlichen rotblühenden Feuerbohne; die aus den Samen dieses Bastards entstandenen Pflanzen von 1914 waren dann die erste Nepotengeneration im Sinne WINKLERs (Untersuchungen über Pfropfbastarde, S. 9; 1912). War der eine Elter eine weißblühende Bohne, so käme wohl nur VILMORINs weißblühende Rasse von *Phas. mult.* in Betracht; in zweiter Linie könnte man auch an *Phas. vulgaris* denken. Für die Wahrscheinlichkeit der ersten Möglichkeit ist die Tatsache geltend zu machen, daß meine weißblühenden Feuerbohnen von 1913 und von 1914 durchaus in bezug auf Blütenstand und Blumenform dem *Phas. mult.*, nicht aber dem *Phas. vulgaris* gleichen; dagegen spricht, daß bislang weißblühende Feuerbohnen im Kieler botanischen Garten nicht kultiviert wurden, ich sie auch nirgends in Kiel gesehen habe. Nichtsdestoweniger können sie in anderen Kieler Gärten gezogen worden sein, zumal sie als Gemüse Verwendung finden. Es waren die Feuerbohnen von 1912, d. h. die Eltern der Pflanze von 1913, in der Nähe einer Kultur von *Phas. vulgaris* aufgewachsen; immerhin halte ich es für höchst unwahrscheinlich, schon wegen der normalen Selbstbestäubung von *Phas. vulgaris*, daß die Pflanze von 1913 durch Pollen von *Phas. vulgaris* gezeugt wurde. Mit Bezug darauf wird es dennoch vielleicht von Interesse sein, Umschau zu halten in der Literatur über die bisher vorgenommenen Kreuzungsversuche von *Phas. mult.* mit *Phas. vulgaris*.

Kein Geringerer als GREGOR MENDEL hat bereits solche Versuche angestellt. Er berichtet darüber in seiner Schrift „Versuche

über Pflanzenhybriden" (Ausgabe von TSCHERMAK) auf S. 32. Es wurde Pollen von *Phas. mult.* benutzt, um *Phas. vulgaris nanus* damit zu befruchten. „Die Hybride hatte mit der Pollenpflanze die größte Ähnlichkeit, nur die Blüten erschienen weniger gefärbt"; ihre Fruchtbarkeit war eine beschränkte, von 17 Pflanzen, die zusammen viele hundert Blüten entwickelten, wurden nur 49 Samen geerntet. Diese waren von mittlerer Größe und besaßen eine ähnliche Zeichnung wie *Phas. mult.* Von der ersten Nepotengeneration (F^2) gelangten 44 Pflanzen zur Blüte, wobei Merkmale von *Phas. vulgaris* in verschiedenen Kombinationen, doch meist ohne Konstanz in der Zahl, wieder zum Vorschein kamen. Die Blumenkrone war in verschiedenen Abstufungen von purpurrot bis blaßviolett gefärbt, einmal weiß. Auch die Färbung der Samenschale war sehr verschieden, es gab marmorierte, dunkelbraune und ganz schwarze Samen. Diese Samen waren wenig fruchtbar. F^3 und F^4 ergaben ähnliche Resultate bei zunehmender Unfruchtbarkeit; doch sprangen zuletzt Nachkommen heraus mit weißen Blumen und weißen Samenschalen. Auch meint MENDEL, die Blumen- und Samenfarbe von *Phas. mult.* sei aus zwei oder mehr selbständigen Farben zusammengesetzt.

Eine Reihe von Kreuzungen beider Bohnenarten wird erwähnt in FRUWIRTH, Die Züchtung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen III; 1906. FRUWIRTH macht zunächst Angaben über *Phas. vulgaris*, der nach ihm bei Selbstbestäubung vollkommen fruchtbar ist, doch kann Fremdbestäubung durch verschiedene Insekten verursacht werden. (S. 46.) Nebeneinander gebaute Formen geben nur selten Kreuzungsprodukte. Künstliche Fremdbestäubung ist schwierig; gelang Kreuzung von Rassen, so wurde Einheitlichkeit in der ersten, Vielförmigkeit in den folgenden Generationen beobachtet. (S. 149, 150.) EMERSON habe (S. 151) in der F^1-Generation gekreuzter Rassen von *Phas. vulgaris* neben mancherlei sonstigen Verschiedenheiten auch einzelne Fälle von Mosaikbildung beobachtet.

Über *Phas. mult.* bemerkt FRUWIRTH (S. 154): „Außer weißen Blüten finden sich auch lebhaft rot gefärbte oder solche mit weißen Flügeln und roter Fahne." Die Fremdbestäubung überwiege, sie werde hauptsächlich durch Hummeln herbeigeführt. (S. 55.) Erfolgreiche Selbstbestäubung hält FRUWIRTH bei eingeschlossenen Pflanzen für möglich, doch nicht für allgemein; „unbeeinflußte" Pflanzen bildeten nur wenige Hülsen aus, nebeneinander stehende Pflanzen können Kreuzungen eingehen.

Nach FRUWIRTH (S. 157, 158; die Originalarbeit war mir unzugänglich), hat TSCHERMAK *Phas. mult.* mit *Phas. vulgaris* ge-

kreuzt. Nach den daselbst referierten Versuchen TSCHERMAKs findet in der F^2-Generation meist ein unreines, undeutliches Aufspalten statt. Spontan scheint ein Bastard zwischen den beiden Arten jedenfalls sehr selten vorzukommen.

Endlich berichtet FRUWIRTH ebenda über Kreuzungsversuche zwischen der weißblühenden und der rotblühenden Rasse von *Phas. mult.* mit folgenden Worten: „FERMOND bastardierte durch Nebeneinanderpflanzen die scharlachrotblühende, buntsamige Form mit der weißblütigen, weißsamigen. Es ergab sich keine Mittelform und in folgenden Generationen Spaltung in weißsamige und buntsamige. — KÖRNICKE erhielt, bei Bastardierung von weißsamiger mit dunkelsamiger, Dominanz von weißer Samenfarbe, dann Spaltung in die beiden Farben." Leider gibt FRUWIRTH für FERMOND gar kein Zitat an, für KÖRNICKE den Jahrgang 1890 der Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft. Ich habe den Jahrgang 1890 der Verhandlungen, des Korrespondenzblattes und der Sitzungsberichte jener Gesellschaft bzw. des Naturhistorischen Vereins für Rheinland und Westfalen durchgesehen. Nur im Korrespondenzblatt findet sich S. 84 eine Arbeit von KÖRNICKE, betitelt: „Über autogenetische und heterogenetische Befruchtung bei den Pflanzen." In dieser Abhandlung steht kein Wort über *Phaseolus*; es muß also ein Irrtum im Zitat bei FRUWIRTH vorliegen.

In einer neueren Arbeit hat V. TSCHERMAK über Kreuzung von *Phas. mult.* und *vulg.* weitere Mitteilungen gemacht („Bastardierungsversuche an Levkoien, Erbsen und Bohnen mit Rücksicht auf die Faktorenlehre"; Zeitschr. f. exakte Vererbungslehre, VII., S. 81 ff.). Danach (S. 175) wurden bis zur achten Generation in den Samen reine Vertreter des *Multiflorus*-Typus völlig vermißt, während schon in F^2 Vertreter des *Vulgaris*-Typus abgespalten wurden. Was die Blütenfarbe anlangt, so ergab eine Kreuzung des typischen *Phas. mult.* mit einem blaßlilablühenden *Phas. vulg.* in F^1 lachsfarbene Blumen; F^2 spaltete in weißlichlila, reinrot und typisch gelbrot gefärbte Blumen (S. 222). Hinsichtlich der Samenschale wird bemerkt; *Phas. mult.* mit *Phas. vulg.* weißsamig ergab in F^1 schwarzmarmorierte Samen, F^2 ergab marmorierte, gleichmäßig dunkelpigmentierte und weiße Samen. Fortsetzung der Versuche wird in Aussicht gestellt.

Aus diesen in der Literatur vorhandenen Angaben über Kreuzung verschiedener Bohnensippen lassen sich kaum Schlüsse ziehen auf das Verhalten meines Exemplars der Feuerbohne von 1913. —

Für eine zweite Deutung der beobachteten Erscheinung mache

ich die Hypothese, daß die Pflanze von 1913 von Eltern abstammte, die in der Weise genotypisch verschieden waren, daß der eine rot, der andere weiß blühte, ohne daß diese Eltern sich mit Sicherheit feststellen lassen; alle Wahrscheinlichkeit scheint dafür zu sprechen, daß es sich neben der typisch scharlachrotblühenden um die weißblühende Rasse von *Phas. mult.* handelt, wobei letztere den Pollen lieferte. War die Pflanze von 1913 ein Bastard, dann spaltete dieser schon innerhalb der ersten Generation in Anthocyan-produzierendes und Anthocyan-freies Vegetationspunkts-Gewebe.

Die Pflanze von 1913 mußte danach heterozygotisch sein; ihr vegetatives Spalten wäre so zu erklären, daß die beiden von der Zygote aufgenommenen Erbfaktoren, von denen die rote und die weiße Blumenfarbe abhängt, schon in den Gewebszellen des Vegetationspunktes sich frühzeitig voneinander trennten bzw. daß die farblosen Vegetationspunkte den farbenbildenden Erbfaktor nicht erhielten. Diese Sonderung könnte schon im Embryo vor der Samenreife eingetreten sein; ich lasse hierbei dahingestellt, wieviele Gene an der Bildung des weinroten Farbstoffs in den Achsen und des gelbroten in den Blumenblättern sowie des ganz dunklen in den Samenschalen bei *Phas. mult.* beteiligt sein mögen. Jedenfalls mußten gewisse Gene oder Erbfaktoren bei Bildung der weißblühenden Zweige zurücktreten oder sie neutralisierenden Hemmungen begegnen.

Bei gewöhnlichen Kreuzungen spalten die in F^1 geeinten Gene erst in den verschiedenen Embryonen der Nepoten-Generationen auseinander; bei meiner Pflanze von 1913 fand die Aufspaltung aber schon in den Vegetationspunkten (Embryonalgewebe!) der F^1-Generation statt, und einen solchen Bastard müßte man den Mosaikbastarden zurechnen.

Dieser Deutung steht allerdings folgende beachtenswerte Äußerung BAURs entgegen (Einführung usw., 1. Aufl., S. 218, Anm.): „In der Literatur findet sich häufig die Angabe, daß mendelnde Bastarde auch ab und zu vegetativ aufmendeln sollten. Ich kenne keinen einzigen sicheren Fall. Das öfters nach DE VRIES zitierte Beispiel, daß ein blaublühender Bastard zwischen einer blauen und einer weißen *Veronica* einen rein weißen Ast gebildet hat, ist viel wahrscheinlicher als eine Verlustmutation zn denten, die eben zufällig in einem Bastard vor sich ging. Ich selbst habe in meinen sehr umfangreichen Kulturen mit verschiedenen Pflanzen nie einen Fall von vegetativem Mendeln eines Bastards gesehen!"

Es wird zweckmäßig sein, zunächst einen Blick auf die Mosaikbastarde im allgemeinen zu werfen.

JOHANNSEN (Elemente der Erblichkeitslehre, 2. Aufl., S. 619) definiert: „Unter Mosaikbastard versteht man einen heterozygoten Organismus, dessen Teile bzw. Gewebesysteme mosaikartig ein Gepräge der fraglichen verschiedenen Biotypen zeigen.“ Er weist dann darauf hin, daß „die Mosaikbastarde in gewissen Fällen auf frühzeitige Spaltungen hindeuten“. Er rechnet hierher den soeben erwähnten, von DE VRIES beobachteten Bastard einer weißblühenden und einer blaublühenden *Veronica*-Rasse, bei der blau dominierend war; dieser Bastard spaltete vegetativ, indem ganze Triebe weiß blühen konnten, oder aber die eine Seite einer Traube blühte weiß, die andere blau. Doch hören wir nunmehr DE VRIES selbst (vgl. „Die Mutationstheorie“ II., S. 155, 161, 172; 1903). DE VRIES erhielt 1889 eine blaublühende *Veronica longifolia*, die „sich später als Bastard ergab“. 1892 wurde von ihr Samen geerntet, aus dem 214 Pflanzen blühten; davon 166 blau, 48 weiß, also 22 pCt. Die Nachkommen der weißblühenden Rasse erwiesen sich „in mehreren Versuchen als konstant“. Der Bastard blau × weiß bildete bisweilen Trauben, die auf der einen Seite weiße, auf der anderen blaue Blüten trugen. Die Bezeichnung Mosaikbastard findet sich hierfür bei DE VRIES nicht.

Die Untersuchung der Mosaikbastarde wird ein wichtiges Problem der Zukunft sein, weil hier in vegetativen Zellen, und zwar gleichzeitig in zahlreichen Nachbarzellen, Spaltungen eintreten; die Anfänge solcher Spaltung dürften wohl in die Vegetationspunkte hinaufreichen. Die gewöhnlichen Bastarde dagegen spalten erst in ihren geschlechtlich erzeugten Nachkommen. Wir würden daher folgende zwei Klassen von Bastarden unterscheiden können: 1. die eigentlichen Bastarde, deren F^1-Generation eine Mischung elterlicher Merkmale, eventuell unter Dominanz und Rezessivität des einen oder anderen zeigt, und deren Merkmalspaltung erst in der F^2-Generation erfolgt; 2. die Mosaikbastarde, bei denen die Aufspaltung der elterlichen Merkmale *schon* somatisch in der F^1-Generation hervortritt. Rechnet man zu den letzteren meine Bohnenpflanze von 1913, so würde diese schon in der F^1-Generation in verschiedenen Vegetationspunkten genotypisch aufgespalten sein. Eine solche vegetative Aufspaltung ist aber auch vorstellbar ohne daß eine Kreuzbefruchtung vorangegangen wäre, und dann hätten wir wiederum einen Fall „einfacher Knospenvariation“ vor Augen.

Ich gehe hier noch einmal ein auf die hochinteressanten Beobachtungen von CORRENS über die durch Knospenvariation an einer buntblättrigen Rasse von *Mirabilis* entstandenen grünen Äste, wobei

ich mich besonders auf seine Veröffentlichung in den Berichten der D. B. G. von 1910 (S. 418 ff.) beziehe. CORRENS vertritt schon in der Überschrift dieser Abhandlung die Auffassung, daß in den grünen Ästen sich ein Übergang aus dem homozygotischen in einen heterozygotischen Zustand im selben Individuum vollziehe. Jedenfalls verhalten sich in ihrer geschlechtlichen Fortpflanzung, die von CORRENS in strenger Selbstbefruchtung erzielt wurde, jene grünen Äste so, als ob sie Heterozygoten wären. Wie in sie und ihre Nachkommen die Spaltungstendenz hineingekommen ist, weiß man natürlich nicht; allein der grüne Ast verhält sich so, „als ob er gar nicht zur Variegata gehörte, sondern zu dem Bastard variegata × typica." Eine Ähnlichkeit im Verhalten der Knospenvariation bei *Mirabilis* und bei meiner Feuerbohne scheint unverkennbar zu sein.

Die seit lange bekannte weißblühende Rasse von *Phas. mult.*, welche erblich konstant ist, muß irgend einmal durch Allogonie unter Verlust der Gene für Anthocyanbildung entstanden sein, also durch „Verlustmutation". Es wäre kaum auffallend, wenn solche Allogonie sich öfters wiederholt haben sollte, und wenn sie neben der Zygotenallogonie auch einmal als Knospenallogonie auftritt; letztere könnte sogar in allen Fällen den Anfang gebildet haben. Die typischen Stammeltern müssen zweifellos in irgendeiner nicht näher bekannten Weise für die Hervorbringung solcher Allogonien disponiert gewesen sein. Wollte man hier von Zufall sprechen, so fordert eben jeder Zufall die Analyse heraus, auch wenn sie sich nicht sogleich durchführen läßt. Mir scheint der Gedanke nahezuliegen, daß, wenn verschiedene reine Linien des Phänotypus *Phas. mult.* sich miteinander kreuzen, hierbei gewisse innere Verschiedenheiten jener Linien dafür maßgebend sein könnten, daß die Erbfaktoren für ein bestimmtes Merkmal oder eine Merkmalgruppe, z. B. die Anthocyanbildung, gehemmt würden, bzw. sich gegenseitig hemmten, so daß dadurch in den Nachkommen oder auch nur in einzelnen Vegetationspunkten (also unter sektorialer oder mosaikartiger Spaltung) eine „Verlustmutation" platzgreift. Bei Innehaltung dieses Gedankenganges würden meine beiden Deutungsversuche einander weniger schroff gegenüberstehen, als es zunächst den Anschein hat. Irgendein Anstoß, **irgendeine Erschütterung des inneren morphologischen Gleichgewichts**[1]) wird jeder Allogonie einer Pflanze, jeder „stoßweisen" und zugleich

1) Über den Begriff des morphologischen Gleichgewichts vgl. J. REINKE, Einleitung in die theoretische Biologie, 2. Aufl. (1911) S. 524.

erblichen Variation zugrunde liegen müssen, mag sie Samenvariation oder Knospenvariation sein. In ähnlichem Sinne äußert sich auch V. TSCHERMAK (Zeitschr. f. ex. Abstammungslehre, VII. S. 229), indem er ausführt, daß plötzliches Auftreten von eigenartig gefärbten Samenschalen in Deszendenten verschiedener Bohnenrassen den Eindruck von „Mutation" mache. Solche „Mutation" bestehe im plötzlichen Hervortreten eines dominierenden Merkmals in einer Reinzucht rezessivmerkmaliger Rasseindividuen, oder im plötzlichen Abspalten rezessivmerkmaliger Abkömmlinge aus bisher konstanten dominantmerkmaligen Stämmen; das Vorkommen solcher auf Faktorendissoziation oder Faktorenassoziation oder Faktorenwechselbeziehung beruhender „Mutationen" könne nicht bezweifelt werden.

Rein homozygotisch ist nur die Fortpflanzung innerhalb reiner Linien; schon die Kreuzung zweier verschiedener reiner Linien ergibt im allerstrengsten Sinne heterozygotische Individuen. Daraus mag der Anstoß zu Heterogonien sich ergeben; sagt doch auch JOHANNSEN (Elemente 2. Aufl. S. 627): „Die genotypische Konstanz bleibt bestehen, bis die bisherige homozygotische Natur gestört wird. Dies mag durch Kreuzung geschehen oder durch andere stoßweise Änderungen der genotypischen Grundlage, durch Mutation." Ich meine dazu nur, daß Kreuzung bzw. heterozygotische Natur der Pflanze die Allogonie wahrscheinlich begünstigt, vielleicht auslöst.

Nach all diesen Erwägungen erscheint es mir am wahrscheinlichsten, daß meine Bohnenpflanze von 1913 auf dem Wege der Knospenvariation zu einer Allogonie geführt hat, die sich in den Nachkommen in einer noch zu erörternden Weise weiter vererbt, daß aber der Anstoß oder wenigstens die Vorbedingung zu dieser Allogonie vielleicht in einer Kreuzung zu suchen ist, die sich nicht näher feststellen läßt.

Es ließen sich zahlreiche Erfahrungen anführen[1]), die zugunsten dieser Auffassung gedeutet werden können, doch sei nur eine Beobachtung mitgeteilt, die ich in diesem Frühling (1915) machte. Die vielen im Handel vorkommenden, so verschiedenfarbig blühenden Rassen von *Azalea indica* sind alle mehr oder weniger heterozygotisch, weil durch Kreuzung hervorgerufen. Meine Beobachtung bezieht sich auf einen 50 cm hohen, reichverzweigten Stock mit etwas „gefüllten" Blumen, die in großer Zahl vorhanden waren. Die ganz überwiegende Mehrzahl der Blumen zeigte übereinstimmend gefärbte Kronen: auf weißem Untergrund fand sich

1) Vgl. z. B. BAUR, Einführung in die Vererbungslehre, 2. Aufl. S. 289 ff.

ein hellroter Anflug und viele tiefer rotgefärbte Tupfen; die Blumenstiele waren rötlich. Ein mindestens dreijähriger Ast trug vier Blumen mit ganz gleichförmig rot gefärbten Kronen, das Rot von der Tiefe der Tupfen auf den Kronen der gewöhnlichen Blumen; der Blumenstiel war gleichfalls rötlich. Endlich saß auf einem kleinen, einjährigen Zweige eine einzelne, fast weiße Blume, nur auf einem Teil der Kronzipfel fanden sich einige hellrote Tupfen; der Blumenstiel war hellgrün gefärbt. Dieser Strauch von *Azalea indica* zeigte somit zweierlei Knospenvariationen, die in bezug auf den Anthocyangehalt der Blumen von der Grundform abwichen. Ich habe den rot- und den weißblühenden Zweig markiert und werde das Verhalten der Pflanze im nächsten Jahre abwarten. —

Mit Recht hebt BAUR hervor (Einführung, 2. Aufl., S. 292), daß die Unterscheidung von Knospen-„Mutationen" und Sämlings-„Mutationen" keinen prinzipiellen Gegensatz bedeute; eine erst als Sämlings-Allogonie gefundene Allogonie könne auf einer Knospen-Allogonie der Mutterpflanzen beruhen.

Ich möchte folgendes hinzufügen. Die ursprüngliche Rasse der Feuerbohne ist zweifellos die mit gelbroten Blumen; später ist in den europäischen Gärten eine weißblühende, erbliche Rasse aufgetreten, die mutmaßlich durch Heterogonie entstanden ist. Ob sie ihren Ursprung aus Sämlings-Heterogonie genommen hat, wissen wir nicht; wir wissen jetzt aber ganz sicher, daß solche weißblühende, auf Heterogonie beruhende Rasse durch Knospenvariation entstehen und sich dann durch Samen erblich fortpflanzen kann. Die Hypothese liegt daher nahe, daß auch die schon früher beobachtete weißblühende Rasse der Feuerbohne einmal durch Knospenvariation entstanden ist, daß dies ein Prozeß ist, der sich hier und da an einzelnen Individuen der *Feuerbohne wiederholt, ohne daß wir die auslösenden Ursachen* mit Sicherheit kennen. Liegt diese Annahme nicht fern, so könnte man weiter vermuten, daß vielleicht alle Allogonien, die zu neuen erblichen Rassen führen, ursprünglich Knospenvariationen waren. Vermutungen aus Analogie sind stattbaft, denn sie führen zu neuen Arbeitshypothesen, während Analogieschlüsse in der Biologie mit größter Vorsicht gehandhabt werden sollten; denn der Schluß hat die Tendenz, in der Wissenschaft ein Definitivum, wenn nicht gar ein Dogma aufzurichten.

Damit steht nicht in Widerspruch, wenn man in vielen Fällen das erste Auftreten einer Allogonie in einem Sämling beobachtete. Man braucht nur die meines Dafürhaltens naheliegende Annahme

zu machen, daß der Grund der Rassenänderung nicht in den bei der Befruchtung kopulierenden Zellkernen zu suchen ist, sondern lediglich im Körper der Eizelle. Die Eizelle ist, wie ich schon hervorhob, als vegetativ abgegliederter Teil der *P*-Generation anzusehen, d. h. *eines der beiden Eltern dieser Generation*. Ich glaube nicht, daß es in der Vererbungslehre nötig ist, auf jene morphologische Feinheit einzugehen, die auch in der Fortpflanzung der Angiospermen einen Generationswechsel mit Unterscheidung eines Gamophyten und eines Sporophyten nachzuweisen sucht; auch würde damit an meiner Auffassung, daß die Eizelle vegetativ abgegliedert wird, nichts geändert werden. Daß in der Eizelle aber die Vererbung nur durch den Kern geschieht, ist eine willkürliche, mich sogar unwahrscheinlich dünkende Hypothese.

Ist in der Beschaffenheit des Protoplasmas einer Eizelle eine solche Veränderung eingetreten gegenüber dem Verhalten der typischen Eizellen der gleichen Art, daß bei der Befruchtung eine *neue erbliche Rasse entstand, so würde jene Abänderung* der Eizelle mit unter den Begriff der Knospenvariation in einem weitesten Sinne fallen; die unbefruchtete Eizelle ist eben als einzellige „Knospe“ aufzufassen. Bei dieser Deutung würden schließlich alle Allogonien („Mutationen“), die man kennt, auf Knospenvariation zurückgeführt sein. Das würde auch für solche Organismen gelten, die sich, wie z. B. die Characeen, die Fucaceen, die Wirbeltiere usw. ausschließlich auf geschlechtlichem Wege fortpflanzen. Die abgeänderte Eizelle ist für sich allein nicht vermehrungsfähig; sie bedarf, um es zu werden, der Befruchtung; allein der Anlaß zu einer Allogonie kann von ihr allein geliefert werden.

Da wir trotz aller neuen Beobachtungen die Abstammungslehre axiomatisch aufrecht erhalten, können wir den Grund der Vielgestaltigkeit einer Klasse von Organismen im Zusammenhang mit unsern Erfahrungen nur auf Allogonie zurückführen, wie das schon KÖLLIKER getan hat, der in neuerer Zeit allzusehr in Vergessenheit geriet[1]). Nach dem soeben Ausgeführten wird auch die

1) KÖLLIKER, der allen Abstammungslehren und damit auch seiner eigenen nur Wahrscheinlichkeitswert zuschreibt, nannte seine Theorie die Entstehung der Organismen durch heterogene Zeugung oder sprungweise Entwicklung, auch die Theorie der Entwicklung aus inneren Ursachen. Eine Darstellung seiner Ansichten lieferte er hauptsächlich in den Arbeiten: „Über die DARWINsche Schöpfungstheorie“ (Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 14, 1864) und „Allgemeine Betrachtungen zur Descendenzlehre“ (Abh. d. Senckenb. Ges., Bd. 8, 1872). Ein sehr gründliches Referat über sämtliche mit den Fragen der Ab-

Vielgestaltigkeit einer sich nur ungeschlechtlich fortpflanzenden Gruppe von Organismen verständlich, wie z. B. die Laminariaceen es sind. Ich habe mir selbst die größte Mühe gegeben, irgendwelche Spuren von Sexualität bei den Laminariaceen aufzufinden, doch vergebens; sie pflanzen sich nur fort durch ungeschlechtliche Schwärmsporen[1]). Anstatt nun die Hypothese aus der Luft zu greifen oder wenigstens aus der Analogie herzuleiten, daß die Geschlechtsorgane der Laminariaceen dem suchenden Auge entgangen wären, scheint es mir näher zu liegen, anzunehmen, daß die Mannigfaltigkeit ihrer Gattungen und Arten auf Abänderungen der Konstitution ihrer Schwärmsporen zurückzuführen ist, die mit unter die Knospenvariationen im weitesten Sinne zu begreifen sein würden.

Um auf ein anderes, vielen Biologen näher liegendes Beispiel hinzuweisen, sei noch der Bakterien gedacht, die sicher geschlechtslos sind, und von denen nichtsdestoweniger zahlreiche „Mutationen" bekannt geworden sind, die den Knospenvariationen nahestehen würden; nur sind für die Allogonien der Bakterien meistens auch auslösende Agentien ermittelt worden, so daß also ein bekannter Außenfaktor mit den Erbfaktoren zusammenwirkt, während wir bei den Knospenvariationen der höheren Pflanzen, wie z. B. bei der in diesem Aufsatze beschriebenen Knospenvariation der Feuerbohne, die auslösenden Ursachen nicht kennen. Daß Auslösungen auch hierbei im Spiele sind, wird einem Zweifel kaum unterliegen.

Die durch Teilung einer Mutterzelle entstandenen Kolonien von Bakterien kann man dem neuerdings von JOHANNSEN (Elemente S. 200) aufgestellten Begriffe der Klone einreihen. Also auch bei der Vermehrung in Klonen kann Allogonie eintreten. Meinem Geschmack ginge es allerdings zu weit, wenn man alle aus ungeschlechtlicher Fortpflanzung entstehenden Scharen von Einzelwesen den Klonen zurechnen wollte. Für mich bildet z. B. jedes Exemplar von *Laminaria saccharina* ein Individuum, obgleich alle existierenden Exemplare dieser Art aus ungeschlechtlicher Fortpflanzung entstanden sind; denn meines Dafürhaltens besteht

---

stammungslehre sich befassende Arbeiten K.s gab R. STÖLZLE in seiner Schrift: A. VON KÖLLIKERs Stellung zur Descendenzlehre (Münster 1901), die ich beim Niederschreiben dieses Aufsatzes ausschließlich zurate zog. K. faßt seine Ansicht z. B. dahin zusammen: „daß die Eier oder, wo keine solchen da sind, die Keimzellen einer bestimmten Form infolge eines aus inneren Ursachen geänderten Entwicklungsmodus in neue Formen übergehen konnten". (Vgl. STÖLZLE, S. 65.)

1) Vgl. J. REINKE, Studien zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte der Laminariaceen (Kiel, LIPSIUS u. TISCHER, 1903).

eine weite Kluft zwischen der Vermehrung von *Laminaria* durch Schwärmsporen und der Vermehrung einer Pappel durch Stecklinge.

Sind die Bakterien die einfachsten Lebewesen, die wir kennen, so rechne ich die Siphoneen, speziell die Gattung *Caulerpa*, schon *zu den recht komplizierten Organismen. Ich bin an das Studium* der *Caulerpen* einst aus demselben Grunde herangetreten, wie an das der *Laminariaceen*, d. h. ich hoffte bei Durchmusterung von Tausenden von Exemplaren der verschiedenen Arten irgend einmal Fortpflanzungsorgane zu finden, zumal sie in anderen Siphoneengattungen, wie *Bryopsis*, sowohl als ungeschlechtliche wie als geschlechtlich differenzierte Schwärmsporen vorkommen. Doch alles Suchen war vergeblich; und so blieb mir nichts übrig, als meine *Caulerpa*-Studien zu einer vergleichenden Morphologie dieser Algengattung zu verwerten[1]). Für *Caulerpa* ist keine andere Fortpflanzung bekannt, als durch Stockteilung, indem sich an irgendeinem alten Stück einer Pflanze ein adventiver Vegetationspunkt bildet. Die gesamte *Caulerpa prolifera* des mittelländischen Meeres läßt sich danach als ein einziger Klon auffassen. Es gibt etwa 60 Arten von *Caulerpa*, die streng erblich sind, und die in morphologischer Hinsicht eine solche Mannigfaltigkeit bilden, daß der Laie schwerlich daran denken würde, alle diese reizenden Gewächse seien Arten einer Gattung. Über die Entstehung dieser Arten wissen wir so wenig, wie über die Entstehung der Arten innerhalb einer angiospermen Gattung. Wir nehmen aber an, daß auch bei *Caulerpa* die Artbildung durch Allogonie erfolgt ist. Haben sich die *Caulerpa*-Arten nie anders fortgepflanzt wie in der Gegenwart — worüber wir nichts wissen — so kann jene Allogonie nur in einer Knospenvariation bestanden haben. Da ist es von Interesse, daß Knospen-Variation wirklich bei einer *Caulerpa* beobachtet worden ist. Die in tropischen Meeren wachsende *Caulerpa plumaris* entwickelt aus den kriechenden Rhizomen typisch zweizeilig gefiederte, aufrechte Assimilatoren. Nun fand Frau WEBER VAN BOSSE ein Exemplar der *Caulerpa plumaris*, dessen Rhizom ein dreizeiliger Assimilator entsproß (vgl. REINKE, l. c. S. 86). Das war eine Knospen-Variation am einzelligen Organismus einer *Caulerpa*; *ob sie eine erbliche Allogonie war, steht dahin.* Bei dem Vorkommen der Caulerpen kann solche Stock-Variation wohl nur auf „inneren Ursachen" beruhen. Bei der Entstehung des Vegetationspunktes, der den dreizeiligen Assimilator von *Caulerpa plumaris*

1) J. REINKE, Über *Caulerpa*. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Kiel, LIPSIUS & TISCHER, 1900.

aufbaute, muß doch wohl schon eine Genen-Veränderung statt gefunden haben, und danach wäre wahrscheinlich, daß der drei zeilige Assimilator wenigstens potentiell befähigt war, eine neue dreizeilige Rasse der *Caulerpa plumaris* ins Leben zu rufen. Unser schematisierender Verstand würde in diesem Falle von einer Gewinn Allogonie sprechen, während die weißblühende Feuerbohne als Verlust-Allogonie aufgefaßt wird.

Man kann durchweg hören, daß im allgemeinen die bis jetzt genauer festgestellten Allogonieen Verlust - Allogonieen sind. Träfe dies durchweg zu, so würde die Fortentwicklung des Pflanzenreiches sich in der Gegenwart auf absteigender Linie bewegen. Zu solchem descendenztheoretischen Pessimismus liegt wohl noch keine Veranlassung vor, selbst wenn bei den Angiospermen das Auftreten von Gewinn-Allogonieen noch nicht mit aller wünschenswerten Genauigkeit („Exaktheit“) festgestellt sein sollte. Gewiß ist es eine gute wissenschaftliche Regel, möglichst alles durch unmittelbare Beobachtung aufzuklären; ganz werden wir um das „Erschließen“ doch nicht herumkommen, so gern wir es als Naturforscher vermeiden möchten. In diesem Zusammenhange denke ich an die sogenannten Blutrassen unserer Holzgewächse, wie Blutbuche, Bluthasel, Blutbirke, Blutberberitze usw. Sie alle sind Rassen, die sich durch Reichtum eines mehr oder weniger dunkelroten Anthocyans in den Laubblättern von der typischen Rasse der Art unterscheiden. (Aus historischem Sinn und aus Pietät gebrauche ich den Artumfang durchweg im Sinne von LINNÉ.) Es dürfte schwerlich jemand auf den Gedanken kommen, die Blutrassen für primär, die grünblättrigen für abgeleitet zu halten. Wir werden z. B. die grünblättrige, waldbildende Buche für die Urform ansehen; daraus folgt der Schluß, daß die Blutbuche einst durch Gewinn-Allogonie aus ihr entsprang. Ob diese Allogonie zuerst als Sämling auftrat oder als Knospen-Variation, indem die von solcher Knospen-Variation hervorgebrachten Samen wenigstens zum großen Teil den Anthocyanreichtum auf die aus ihnen entstehenden Keimpflanzen erblich übertrugen, läßt sich nicht entscheiden. Dennoch glaube ich daran nicht zweifeln zu sollen, daß die Blutbuche eine Gewinn-Allogonie in dem gleichen Sinne darstellt, wie die weißblühende Feuerbohne eine Verlust-Allogonie ist.

Die Allogonie schafft endgültige, in der Fortpflanzung nicht wieder rückgängig zu machende, also erbliche Abänderungen; sie beruht auf unbekannten, im Innern der Pflanze gelegenen Ursachen, die eine Störung des morphologischen Gleichgewichts der Art herbeiführen, aus der ein neuer stabiler Gleichgewichtszustand ent-

springt. Ob die Allogonie sich in größeren oder in unmerklich kleinen Sprüngen vollzieht, ist grundsätzlich ohne Belang; zur Wahrnehmung gelangen indes nur *erhebliche Discontinuitäten der Abänderung.*

Ich glaube, daß man den alten Begriff der Abänderung oder *Variation nicht fallen zu lassen braucht. Es gibt zwei Arten* von Variation: eine erbliche und eine nichterbliche; die erstere ist gleichbedeutend mit Allogonie. Der nichterblichen Variationen gibt es *wiederum zweierlei: erstens* die Modifikationen, bei denen die Abänderung nachweislich auf äußere Ursachen zurückführbar ist; und zweitens die oszillierende Variation, wie ich sie an verschiedenen Stellen meiner Schriften nannte[1]), bei der nichtvererbbare Abweichungen der einzelnen Individuen einer Art vorkommen, ohne daß wir imstande wären, äußere Ursachen dafür verantwortlich zu machen. Sie zeigt sich z. B. sehr deutlich in der Nichtkongruenz aller Individuen einer Art bei Wasserpflanzen, die unter ganz gleichen Lebensbedingungen wachsen, einer Schar von *Hippuris*, von *Elodea*, von *Potamogeton crispus* usw. Ich nannte diese Abänderung oscillierend, weil sie sich nach Art der Pendelschwingungen ausgleicht; die dafür häufig gebrauchte Bezeichnung „fluktuierend" ist darum irreführend, weil dies Bild vom progressiv fortschreitenden Fließen hergenommen wurde, wodurch leicht der auch von DARWIN begangene Irrtum geweckt wird, daß bei hinreichendem Vorwärtsfließen schließlich eine Art in eine andre sich umwandelt. Die oszillierende Variation bleibt innerhalb der morphologischen Amplitude des erblichen Typus; die Allogonie durchbricht diese Amplitude, geht über sie hinaus. Dies kann nur geschehen, um bei dem Gleichnisse zu bleiben, indem der Aufhängepunkt des Pendels sich verschiebt.

* * *

Doch es wird Zeit, nach diesen Abschweifungen zur zweiten Deutung meiner Feuerbohne von **1913**, der Deutung als eines Mosaikbastards, zurückzukehren. Es ist dann wohl anzunehmen, daß in einem der vielen, Kiel umgebenden Gärten die weißblühende Rasse von *Phas. mult.* kultiviert wurde, und daß von dort her eine Hummel Pollen auf eine rotblühende Pflanze des Botanischen Gartens übertrug. Obgleich sich nach FRUWIRTH *Phas. mult.* auch durch Selbstbestäubung befruchten kann, wird doch diese Art ge-

---

1) Vgl. J. Reinke, Einleitung in die theoretische Biologie. Berlin, Paetel, 2. Auflage. 1811 S. 528. — Ich bitte, von diesem Buche nur die zweite Auflage zu berücksichtigen.

wöhnlich zu den Fremdbestäubern gerechnet. Hier muß ich hervorheben, daß meine Versuche mit der Nachkommenschaft jener Pflanze an einer *großen Unvollkommenheit leiden. Ich habe nur Samen* von solchen Blumen geerntet, die nicht durch Gazehüllen isoliert waren, so daß Fremdbestäubung in keinem Falle ausgeschlossen ist. Die Fälle, in denen ich die Isolierung versuchte, schlugen fehl, weil ich mit den für die Selbstbestäubung dieser Bohnenart anzuwendenden Kunstgriffen nicht vertraut war. So schwebt ein Moment der Unsicherheit über den Kulturen von 1914 und 1915, denn ich kann gewiß nicht behaupten, daß mein weißblühender *Phas. mult.* immer nur durch Pollen anderer weißblühender Exemplare befruchtet ist; wenn auch das ziemlich einheitliche Verhalten der Nachkommenschaften dafür sprechen möchte.

Zunächst ergab sich als ganz sicher, daß die aus weißen Samen sowohl der P^1-Generation wie der P^2-Generation hervorgegangenen Pflanzen spalteten, und zwar einigermaßen nach MENDELs Regel. Wenn 1915 unter den aufgegangenen Pflanzen relativ zuviel rotblühende erschienen, so sind eben nicht alle Samen gekeimt, und es scheint wegen ihrer Neigung zum Verkümmern wahrscheinlich, *daß die nicht gekeimten Samen überwiegend weiß geblüht* haben würden.

Sodann steht fest, daß die weiße Testa dominantes, die bunte Testa recessives Merkmal ist, also genau umgekehrt wie bei MENDELs Ackererbse. Wenn bei der Bohne der Albino-Charakter dominiert, das Anthocyan recessiv wird, um später wieder zum Vorschein zu kommen, so wird man darin wohl die Wirksamkeit eines Hemmungsfaktors zu erblicken haben. Man kann die Erscheinung auch als Kryptomerie im Sinne TSCHERMAKs[1]) auffassen. Wie dem auch sein mag, die Aufspaltung der von mir erzielten weißen Bohnen in rotblühende und weißblühende erinnert unter allen Umständen an die oben erwähnten, von CORRENS als Amphoterogonie bezeichneten Spaltungen der Nachkommenschaft gewisser Äste einer buntblättrigen Sippe von *Mirabilis*, die durch Knospenvariation entstanden waren, während die übrigen Äste konstante Nachkommenschaft ergaben. Für die letzteren nimmt CORRENS einen Hemmungsfaktor an, der das Spalten hindert.

Die aus den weißen Samen der weißblühenden Bohnenpflanzen abgespaltenen rotblühenden Pflanzen erwiesen sich in meinen Versuchen als konstant, während die weißsamigen Bohnen weiter spal-

1) Vgl. v. TSCHERMAK, Die Theorie der Kryptomerie und des Kryptohybridismus. Beihefte zum Botanischen Zentralblatt 1903, Heft 1.

teten, Ein Teil dieser letzteren (theoretisch $^1/_4$) würde dann als konstante weiße Rasse, ein anderer Teil ($^2/_4$) als weiße Mischrasse anzusehen sein. Immerhin wäre damit die Entstehung der weißen Rasse durch Knospenvariation beobachtet worden. Beachtenswert ist, daß auch die aus weißschaligen Samen hervorgegangenen rotblühenden Feuerbohnen stets in allen Teilen robuste und normale Pflanzen waren, gleich den aus marmorierten Samen aufgekeimten, während alle weißblühenden Exemplare weniger kräftig erschienen und in der Blumenkrone wie in der Ausbildung der Samen mehrfach Spuren von Verkümmerung zeigten; in der Sprache der älteren Botanik würde man dies wohl Degeneration genannt haben.

Wo rotblühende Feuerbohne sich zeigt, scheint sie reinrassig zu sein, während die von mir geernteten weißen Bohnen überwiegend mit den Eigenschaften der Heterozygoten behaftet waren.

Es dürfte somit in der Feuerbohne von 1913 im Kieler Botanischen Garten durch Knospenvariation ein neuer, erblicher Genotypus enstanden sein, der sich durch das Fehlen des Anthocyans von dem gewöhnlichen, rotblühenden Typus des *Phas. mult.* unterscheidet, in seinen weißen Blumenkronen und Samen aber mit einer längst bekannten Kulturrasse dieser Art übereinstimmt.

Nachtrag.

Die von mir 1914 aufgenommene Ernte bestand in weißen Bohnen, die ausschließlich in vorstehender Abhandlung berücksichtigt und in Töpfen ausgesät wurden. Außerdem sammelte ich auch eine Anzahl bunter Samen von den zwei Pflanzen, die, aus zwei der weißen durch Knospen-Allogonie 1913 entstandenen Bohnen emporgewachsen waren und rot geblüht hatten. Diese buntschaligen Feuerbohnen ließ ich Ende Mai auf dem *Papilionaceen*-Felde des Botanischen Gartens ins freie Land säen; ich überzeugte mich, daß die Keimpflanzen anthocyanhaltig waren, und als ich vorstehende Abhandlung der Botanischen Gesellschaft einsandte, blühte der größere Teil der um Stangen gewundenen Pflanzen bereits rot. Ich habe dieser Pflanzen nur beiläufig gedacht, weil ich die Meinung gefaßt hatte, alle buntschaligen Bohnen seien reine rotblühende Rasse. Zu meiner großen Überraschung fand ich in den letzten Tagen zwischen diesen rotblühenden auch einige etwas jüngere, weißblühende *Phaseolus multiflorus.* Der Gartengehilfe versichert, nur die von mir erhaltenen Samen an Ort und Stelle aus-

gesät zu haben. Somit hat ein kleiner Teil der von rotblühenden *Pflanzen geernteten buntschaligen Bohnen weißblühende Pflanzen* geliefert, war also heterozygotisch mit Dominanz von rot. Dadurch wird die von mir beschriebene Erscheinungsreihe noch verwickelter. Ich werde in diesem Herbste alles Samenmaterial sorgfältig gesichtet sammeln und gebe mich der Hoffnung hin, daß einer derjenigen Botaniker, *die auf dem Gebiete der Pflanzen*züchtung besser bewandert sind als ich, Klarheit in das zurzeit noch bestehende Wirrnis bringen wird.

34. Hermann Dingler: „Die Flugfähigkeit schwerster geflügelter Dipterocarpus-Früchte".

(Mit 4 Tabellen und Tafel VIII.)

(Eingegangen am 10. Juli 1915).

Im vergangenen Jahre[1]) berichtete ich über Versuche, welche die Fähigkeit der Flügel einiger Dipterocarpeen-Früchte dartaten, die Fallgeschwindigkeit der betreffenden Früchte so weit zu verlangsamen, daß mittelstarke, horizontale Luftströmungen sie eine gewisse Strecke *weit vertragen können.* Mit *diesem* Nachweis *war der* ökologische Nutzen der Flügelausrüstung für die Samenverbreitung erbracht.

Unter den geprüften Früchten schien nur der Nutzen der 5 Flügel von *Shorea stipularis,* als Flugapparat zu dienen, zweifelhaft. *Bei allen anderen funktionierten die Flügel in genügendem Maße.*

Vielleicht konnten aber auch für die zweiflügeligen schweren Früchte von *Dipterocarpus zeylanicus* noch gewisse Bedenken bestehen bleiben, nachdem die zur Verfügung stehenden Früchte nicht völlig ausgereift, d. h. noch nicht ganz so vollgewichtig waren, wie sie in ihrer tropischen Heimat von den Mutterbäumen fallen. Auch ein Punkt in der Ausrüstung gewisser schwerer zweiflügeliger Dipterocarpaceen-Früchte Malesiens schien mir ökologischer Aufklärung zu bedürfen, nämlich das Vorkommen auffallender flügelartiger Verbreiterungen, an deren fünfkantigem Fruchtkörper, der „Nuß".

1) In dem Aufsatz „Zur ökologischen Bedeutung der Flügel der Dipterocarpaceen-Früchte". S. Engler's Bot. Jahrb. Bd. 50. 1914, Supplem.-Bd. S. 1—14.

Die Möglichkeit einer gewissen Bedeutung für den Lufttransport schien mir, wenn auch nicht wahrscheinlich, doch a priori auch nicht ganz abweisbar. Dem entsprechend ging mein Bestreben dahin, vollreife frische Exemplare von schweren Dipterocarpaceen-Früchten überhaupt und besonders auch Exemplare der mit Kantenflügeln ausgerüsteten Früchte von *Dipterocarpus grandiflorus* in zu Versuchen genügender Zahl aufzutreiben. Es ist nicht leicht, geeignetes Material zu erhalten, es gelang aber doch schließlich durch die freundliche Vermittlung von Herrn CARL KAUFFMANN, dem Vertreter des Hauses CASELLA & CO. für Südostasien[1]).

Am 21. April 1914 erhielt ich aus Java eine Sendung reifer Früchte von *Dipterocarpus retusus* Blume und *Dipterocarpus grandiflorus* Blanco.

Die Gestalt der Früchte ersterer Art entspricht fast genau der der früher (l. c.) geschilderten und abgebildeten Früchte von *Dipterocarpus zeylanicus* Thw., nur sind sie ansehnlich größer und schwerer und es fehlt ihnen die basal aufgesetzte Spitze. Der Durchmesser der nahezu kugeligen Nüsse betrug zwischen 2,6 und 2,9 cm. Sie tragen 5 Flügel, von denen die drei kleinen auf c. 1,6 — 2,0 cm L. ca. 1,4—1,8 cm Br. messen. Die beiden großen, welche ich in den nachfolgenden Zeilen „Hauptflügel" nennen will — zum Unterschied sowohl von den kleinen als auch von den bei *Dipterocarpus grandiflorus* besonders zu unterscheidenden „Kantenflügeln" — sind meist zwischen 18 und 20,4 cm l. bei etwa 4,2 — 4,7 cm größter Breite. Letztere befindet sich im oberen Teil zwischen $^2/_3$ und $^3/_4$ der Gesamtlänge. Ihre Ränder sind allgemein etwas zurückgebogen und dadurch etwas versteift. Im unteren Teil sind sie einander genähert, oft annähernd parallel, nach oben etwas zurückgekrümmt, nicht selten auch (entweder beide oder auch nur einer) in der Fläche ein wenig, seltener stärker gedreht.

Das Frischgewicht (am Tage nach der Ankunft gemessen) bewegte sich zwischen 8,275 und 12,127 g. Ein gut ausgebildetes Exemplar, an welchem bei einem Vorversuch ein Flügel an der Basis abgebrochen war, wurde zur Prüfung der Gewichtsverteilung benutzt. Die ganze Frucht wog 8,499 g, die Nuß allein 5,538 g, die beiden Hauptflügel 1,393 und 1,373 g und die drei kleinen Flügel zusammen 0,195 g. Somit betrug der ganze Flügelapparat mit 2,961 g etwas mehr als

1) Herrn C. KAUFFMANN schulde ich für seine wiederholte uneigennützige Mühewaltung, durch die er mich mit wertvollem Studienmaterial aus Niederländisch Indien versorgte, ganz besonderen Dank. Ebenso bin ich der verehrlichen Direktion des Botanischen Gartens in Buitenzorg für die gütige Ueberlassung der Früchte sehr zu Dank verpflichtet.

$^1/_3$ der ganzen Frucht und etwas mehr als die Hälfte der Nuß, also der zu tragenden Last. Die zwei Hauptflügel allein machten mit 2,766 g fast genau $^1/_3$ des Gesamtgewichts und fast genau $^1/_2$ der Nuß mit den kleinen Flügeln aus.

Die Früchte vom *D. grandiflorus* Blanco sind wesentlich gleichgebaut, aber größer und schwerer. Nur in der Gestalt der Nuß weichen sie stärker ab. Die Hauptflügel sind meist mehr zurückgekrümmt. Der Körper der Nuß ist von spindelförmiger Gestalt und im Querschnitt fünfkantig mit vorspringenden, breit „geflügelten" Kanten, welche mit den fünf Kelchzipfeln abwechseln. Die verdickte und erhärtete Kelchröhre umschließt in ihrem oberen Teile die einsamige Frucht. Nach abwärts reicht sie in einer zum Fruchtstielansatz sich verjüngenden keulenförmigen geflügelten Verlängerung (vgl. Taf. VIII, Fig. 4) ansehnlich über die Fruchtbasis hinab. Nach aufwärts reicht sie auch etwas über das obere Fruchtende, welches rundlich scheibenförmig gestaltet ist, hinaus und läßt hier einen kleinen lufthaltigen Hohlraum frei, welcher sich in ringförmiger Gestalt auch noch etwas nach unten fortsetzt, indem die etwas stärkere Verjüngung der Frucht zwischen sich und der Kelchwand eine ringförmige Lücke entstehen läßt.

Die fünf flügelförmigen Leisten oder „Kantenflügel", wie ich sie in den folgenden Zeilen nennen will, bilden gewissermaßen geflügelte Nähte der „verwachsenen" Kelchblätter. Sie bestehen aus zwei annähernd gleichbreiten Längshälften: dem verdickten basalen Teil und dem dünneren lederig-häutigen Rand. Auffallenderweise stehen sie nicht radial ab, wie das meist bei „geflügelten" Kelchen der Fall ist, sondern sie sind fast immer einseitig umgebogen. Dabei fällt schon bei seitlicher Betrachtung und noch mehr auf dem Querschnitt die ganz unregelmäßige Schiefstellung ihres dicken basalen Teiles auf. Dieser macht fast regelmäßig in der Längsrichtung eine nach der Umbiegungsseite des Flügels gerichtete Konkavkrümmung. Oft ist die Schiefstellung des Basalteils so stark, daß seine äußere längskonvex gekrümmte Fläche als Fortsetzung der anstoßenden Seitenfläche des Nußkörpers erscheint und die Grenze zwischen dieser und dem Kantenflügel unsicher wird (vgl. Taf. VIII, Fig. 2 bei b und c und Fig. 3 bei a und e). Die Umbiegung des häutigen Randteils ist meist sehr stark. Es wird dabei je eine Seitenfläche von zwei gegen sie geneigten Kantenflügeln meist so vollkommen überdeckt, daß dadurch nicht unbedeutende Kammern mit verhältnismäßig unbeweglicher Luft entstehen. Übrigens bilden auch alle einzelnen nach beliebiger Rich-

tung umgebogenen Kantenflügel in der Regel mehr oder weniger abgeschlossene kleinere Kammern. Nur ganz ausnahmsweise sind einzelne Kantenflügel nicht umgeschlagen oder unregelmäßig hin und hergebogen.

Die kleinen Flügel — die drei nur wenig vergrößerten Kelchzipfel — entsprechen in Gestalt und Größe etwa denen von *D. retusus*. Die beiden Hauptflügel sind zwar auch im Umriß ziemlich ähnlich gestaltet wie bei der genannten Art, aber noch größer, länger und namentlich breiter. Dabei sind sie dünner, elastischer und bei allen Exemplaren stärker nach rückwärts gebogen, manchmal bis zur Beschreibung eines halben oder gar $^2/_3$ Kreisbogens. Öfter ist auch einer von ihnen unter basaler Drehung um seine Längsmediane um 150 bis etwa 180° schraubig umgebogen, so daß sein oberes Ende — meist in quer mehr oder weniger schiefer Stellung — sich der Richtung des ohne Drehung zurückgebogenen oberen Endes des anderen Hauptflügels nähert. (Vgl. zu diesen Beschreibungen die beiden Fig. 1 und 5.)

Was die Gewichts- und Größenverhältnisse der frischen *Grandiflorus*-Früchte betrifft, so ergab die Wägung Gewichte zwischen 22,798 und 32,153 g. Das mittlere Gewicht betrug 27,275 g. Die zweitschwerste Frucht, Nr. 4 der II. Tabelle, welche 30,938 g gewogen hatte, verlor bei den Versuchen einen der beiden Hauptflügel. Dieser wog 2,082 g. Die beiden Hauptflügel waren annähernd gleich, so daß man für ihr Gewicht ohne Bedenken das Doppelte mit 4,164 g ansetzen kann. Das Gewicht der Nuß allein mit den drei kleinen Kelchzipfeln betrug danach 26,77 g. Die zwei Hauptflügel machen also etwas mehr als $^1/_6$ des Gewichts der letzteren und etwas mehr als $^1/_7$ des Gewichts der ganzen Frucht aus und sind demnach im Verhältnis viel leichter als die von *D. retusus*.

Das Gewicht der drei kleinen Flügel ist sehr gering. Es wurde bei Nr. 6 zu 0,25 g ermittelt. Die Kantenflügel dagegen erhöhen das Gewicht nicht unbedeutend. Bei Nr. 6 ergaben sie (ca. 4 mm über ihrer Basis abgeschnitten) zusammen ein Gewicht von 3,1 g. Die Größenverhältnisse der Frucht Nr. 4 waren: Länge der Nuß 7,8 cm; deren größter (medianer) Querdurchmesser, gemessen zwischen je einer Kante (d. h. der Basis des ihr aufgesetzten Kantenflügels) und der Mitte der ihr gegenüberliegenden Seitenfläche 3,5 cm; Breite der Kantenflügel im breitesten Teil, in der Nußmitte, zwischen 2,3 cm und 2,75 cm, von welchen ca. $^3/_5$ auf ihren häutigen Randteil und $^2/_5$ auf ihren verdickten Basalteil fällt; des letzteren Dicke an seinem Grunde ca. 0,45 cm—0,5 cm. Länge und größte Breite

der Hauptflügel 22,3 cm auf 5,5 cm und 19,4 cm auf 6,2 cm; der drei kleinen Flügel ca. 1,8 cm auf 2—2,3 cm. Sie waren breiter als lang.

Die *längste, aber nicht schwerste Frucht* (Nr. 2), *deren Hauptflügel* verhältnismäßig schwächer zurückgebogen sind, mißt bei geradegestreckten Flügeln fast 32 cm, wovon 24,6 cm auf deren längsten und 7,3 cm auf die Nuß fallen. Der zweite, ein wenig kürzere Hauptflügel mißt 23,7 cm.

(Über sonstige Größen- und Gestaltverhältnisse gibt die photographische Tafel mit 10 cm Maßstab genügenden Aufschluß.)

Es war kein Zweifel, daß die Früchte beider Arten frisch vom *Baum kamen. Es waren ausdrücklich frischgereifte Früchte* erbeten worden und der Körper der Nüsse fühlte sich noch kühl an, wogegen die Flügel lufttrocken waren. Die Farbe der Früchte war dunkel-lederbraun, im Gegensatz zu dem dunklen Weinrot der 1910 von Ceylon erhaltenen, noch nicht ganz reifen Früchte von *D. zeylanicus.* Vermutlich bräunen sich die letzteren bei Vollreife ebenfalls, wie auch die *grandiflorus*-Früchte, nach etwas jüngerem Herbarmaterial zu urteilen, den gleichen Farbwechsel durchmachen *dürften.*

Die Gestalt der Flügel betreffend, war kein Grund zu zweifeln, daß sie die ursprüngliche war, wie sie sich bei der Austrocknung am Baum ergeben hatte. —

Bei der nun folgenden Schilderung der Ergebnisse der Fallversuche kann ich nicht auf alle Einzelerscheinungen eingehen, sondern gebe außer einer kurzen Charakteristik des Verhaltens wesentlich nur die Fallgeschwindigkeit als Maß für die Fähigkeit der Früchte, vom Winde vertragen zu werden und damit der Verbreitung der Samen zu dienen. Zu den Versuchen selbst bemerke ich folgendes:

In Anbetracht des hohen Gewichts der Früchte erschien es mir wichtig, neben den auch früher benutzten Fallhöhen solche anzuwenden, welche der natürlichen aus den Kronen ihrer sehr hohen Mutterbäume entsprechen. Dies war natürlich nur unter freiem Himmel möglich, wobei selbstverstäudlich auch bei scheinbar windstillem Wetter schwächere Luftströmungen nicht ganz auszuschließen waren. Es blieb nichts übrig, als ein höheres Gebäude zu benutzen, welches freien Fall zuließ und zugleich die Möglichkeit genügend genauer Beobachtung und Kontrolle bot. Unter allen höheren Gebäuden meines Wohnortes Aschaffenburg boten die Türme des Schlosses die beste, um nicht zu sagen die einzige Gelegenheit. Mit freundlicher Erlaubnis des Kgl. Schloßinspektors

Herrn PRACHER wurden die Versuche daher von der Galerie eines der vier mächtigen Ecktürme ausgeführt. Als am geeignetsten erschien der gegen OSO gerichtete, und zwar dessen ONOfront, welche sich über einer wenig begangenen gepflasterten Straße erhebt und, abgesehen von den selteneren Perioden des O-, N-, oder S-windes, welche zu vermeiden waren, relativ am besten gegen Luftzug geschützt ist.

Der obere Rand des Steingeländers der genügend weit vorspringenden Galerie befindet sich an der Stelle, von wo aus die Fallversuche gemacht wurden, auf der gegen ONO gerichteten Front 28 m über dem Boden. Dieser senkt sich etwas in der Richtung nach SSO. Der Höhenunterschied zwischen den Aufschlagstellen betrug etwa 0,4 m. Trotz der unten scheinbar herrschenden Windstille ging, wie sich bei den Versuchen zeigte, auf der ONOfront doch ein zeitweilig sich etwas deutlicher bemerklich machender leichter NNWzug, welcher öfters die fallenden Früchte (in SSOrichtung) etwas abtrieb. Nachdem von irgendwie größerer Genauigkeit bei den Versuchen aus solcher Höhe ohne besondere Hilfsmittel (die mir nicht zu Gebote standen) ohnehin nicht die Rede sein konnte, nahm ich gleiche Fallhöhe für alle an, und zwar das Mittel zwischen 28 m und 28,4 m, also 28,2 m. Am 27. April, einem heiteren Tage, fanden die Versuche statt.

Die Höhe von 28 m entspricht einer Höhe, in welcher zahlreiche Früchte der hochwüchsigen Dipterocarpaceen reifen. Die Feststellung der Fallzeit ist aber, wie schon betont, ohne komplizierte Apparate sehr erschwert. Bei meiner früher beschriebenen Methode[1]), welche für die vorliegenden Zwecke genügend genaue Resultate ergibt, war doppelte Kontrolle nötig; verbunden mit dem Gebrauch verabredeter Zeichen. Der Mühe unterzogen sich außer meiner Frau, welche auf die Methode eingeübt ist, einige befreundete Personen[2]).

Bei den Versuchen wurden die Früchte aus der Hand fallen gelassen, z. T. in hängender Stellung, wie sie am Baum reifen, z. T. aufrecht, mit der Nuß nach abwärts gerichtet. Leider konnte nur eine einzige Versuchsreihe ausgeführt werden. Die zahlreichen, gleichzeitig zu erfüllenden Bedingungen für die Ausführung wiederholt zu erfüllen erwies sich zu meinem größten Bedauern seit-

---

1) l. c. S. 4.

2) Frau Justizrat MÜLLER, Fräulein Marie PRACHER, Lehrerin an d. höh. weibl. Bildungsanstalt, und die Herren Landgerichtsrat MAX MILLER (†) und Schloßinspektor PRACHER. Ich schulde ihnen für die freundliche Unterstützung aufrichtigen Dank.

dem undurchführbar. Wenn ich die Resultate der einzigen Versuchsreihe trotzdem veröffentliche, so geschieht das, weil unmittelbar anschließende Fallversuche aus 9 m Höhe von einem Mansardenfenster meines Hauses aus weitere genügende Nachweise bringen. Die Gesamtheit der Versuche bringt den endgültigen experimentellen Beweis, daß auch die schwersten zweiflügligen Dipterocarpaceen-Früchte beim Reifabfall von mittelstarken Winden eine größere Strecke — mindestens gleich der 2—3fachen Höhe ihrer Ursprungsstätte über dem Boden — vertragen werden können.

Die Resultate der Fallversuche mit den genannten beiden Fruchtarten sind in den zwei Tabellen I und II zusammengestellt.

Zu diesen ist folgendes zu bemerken: Die Gewichtsangaben beruhen auf den sofort nach Empfang der Früchte gemachten Wägungen. Es ist aber ausdrücklich zu betonen, daß das Gewicht nach dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft etwas schwankte. Von Bedeutung für die Fallgeschwindigkeit sind diese Schwankungen nicht. Erst nach mehrmonatigem Austrocknen hat der Gewichtsverlust eine gewisse, indessen nicht allzugroße Bedeutung. Die in den beiden Tabellen angeführten Versuche wurden gleich nach Empfang und ausschließlich bei trocknem Wetter vorgenommen.

Die Stellung, in welcher die Früchte fallen gelassen wurden, ist durch die Zeichen $\overset{\circ}{|}$ für „hängend“ und $\underset{\circ}{|}$ für „aufrecht“ angegeben. Bei einigen der Versuche aus Turmhöhe, bei welchen die Früchte auf Gesimse aufschlugen, aber sofort wieder absprangen und weiterfielen, wurde die trotzdem gemessene Fallzeit in Klammern angegeben, weil es mir nicht ohne Interesse schien, die Größe der Fallverzögerung durch die Fallunterbrechung festzustellen.

In der letzten Kolumne der Tabellen ist unter „Bemerkungen“ die Art der Bewegung kurz bezeichnet und sind einzelne besonders auffällige Vorgänge angegeben. Der Betrag der Abtreibung der Früchte vom Lot durch Luftzug wurde ebenfalls hier, aber nur bei Überschreitung eines Raumes von einem Drittel der Fallhöhe vermerkt.

Die Abtreibung durch schwache horizontal gerichtete Luftströmungen hat bei allseitig gleiche Widerstandsfläche bietenden fallenden Körpern theoretisch keinen Einfluß auf die Fallgeschwindigkeit. Nachdem die stabile Einstellung der fallenden Früchte, wie infolge ihrer ansehnlichen Größe gut zu beobachten war, sich bei dem mehrfach eintretenden leichten, horizontalen Luftzug so gut wie gar nicht oder nur ganz minimal änderte, wurde die unter

den vorliegenden Verhältnissen zulässige Annahme gemacht, daß die seitliche Transportwirkung auf die Fallzeit in lotrechter Richtung keinen wesentlichen Einfluß ausübe. Demgemäß wurde auch die bei Abtrieb der fallenden Früchte vom Lot gemessene Zeit als einfache Fallzeit in lotrechter Richtung verzeichnet.

Von allen einzelnen Versuchen wurden außer der Gesamtfallzeit auch mittlere Fallzeiten pro Meter angegeben, um einen direkten Vergleich zwischen den zwei verschiedenen Fallhöhen zu ermöglichen. Die Fallversuche aus der Höhe von 9 m sind natürlich auch nicht exakt im Sinne eines strengen physikalischen Experiments, jedoch leiden sie wesentlich weniger an Fehlerquellen wie die Schloßturmversuche.

Bezüglich der errechneten zweiten Dezimalstellen für die Zeitangaben bemerke ich nochmals ausdrücklich, daß sie nur Willkür in der Verwenduug der erlangten Zahlen ausschließen und nicht eine nicht vorhandene Genauigkeit vortäuschen sollen und verweise auf früher darüber gegebene Erklärungen.

Auf die Beziehung der Flügelgestalt der einzelnen Früchte zu der Art ihrer Bewegungen gehe ich nicht näher ein, da dies großenteils Wiederholung früher dargelegter Verhältnisse bedeuten würde. Nur zu der Ausbildung der Hauptflügel der *Grandiflorus*-Früchte seien einige übersichtliche Angaben hier gestattet, da sie die Tabelle zu sehr belasten würden:

Die Früchte Nr. 1, 4, 7 und 8 besaßen bogig zurückgekrümmte Hauptflügel ohne auffallendere Drehung. Bei Nr. 8 fehlte an beiden Hauptflügeln das obere Endstück in einer Länge von etwa 3—4 cm. Nr. 2, 3, 5 und 6 besaßen einen bogig zurückgekrümmten und einen spiralig gedrehten bez. gebogenen Hauptflügel (zu Nr. 6 vgl. Fig. 5).

Eine der letztgenannten Früchte (Nr. 2), welche insofern eine Ausnahme bildete, als die Rückwärtskrümmung der beiden Hauptflügel verhältnismäßig schwach war, wurde, nachdem sie für die Versuchsreihen I—III verwendet worden war, durch künstliche Veränderung der Flügelstellung in die Gestalt der ersten Gruppe umgeformt, indem die um ca. 180° gedrehte Flügelbasis durch Aufweichen mittels feuchter Läppchen und Wiedertrocknen in ungedrehten Zustand übergeführt wurde. Das Verhalten dieser Frucht im ursprünglichen Zustand und die Wirkung des Eingriffes ist in der Tabelle II angegeben.

Ich füge bei dieser Gelegenheit eine dritte Tabelle (III) mit den Resultaten einiger Fallversuche mit reifen Früchten von *Shorea stipularis* Thw. aus Ceylon an. Nach vorläufigen Versuchen

hatte ich (l. c.) die genügende Leistungsfähigkeit der Früchte für Windtransport bezweifelt. An einer schweren kugeligen Nuß sitzen fünf verhältnismäßig kleine und schmale, parallel gestellte Flügel. Etwas später ausgeführte genauere Versuche, welche in jener Zeit nicht mehr wiederholt werden konnten und daher nicht veröffentlicht wurden, zeigten aber doch, daß die erste Auffassung irrig war. Von den drei zu den Versuchen benutzbaren Früchten war *nur eine erhalten geblieben. Mit dieser, die zwar an Gewicht ein* wenig verloren hatte, aber immer noch etwas mehr wog, als die leichteste der drei ursprünglich benutzten frischen Früchte, wurden nun Ende April 1914 gelegentlich der Versuche mit den beiden *Dipterocarpus*früchten neue Versuche gemacht, welche endgültig beweisen, daß die Früchte von *Shorea stipularis* Thw. trotz ihres verhältnismäßig hohen Gewichts und ihrer kurzen schmalen Flügel echte Flugorgane sind.

Ich bemerke zu den letzteren Versuchen noch, daß sie zeitlich weit auseinander liegen. Die ersten mit den frisch erhaltenen Früchten Nr. 1, 2 u. 3 wurden bereits 1910 gemacht. Diejenigen mit Nr. 4 aber erst in den letzten Tagen des April 1914. Nr. 4 ist die gleiche Frucht wie Nr. 1, sie war aber durch Gewichtsverlust um 0,13 g leichter geworden. Aus praktischen Gründen habe ich alles in einer Tabelle vereinigt und der ursprünglichen Nr. 1 eine neue Nummer gegeben.

Ich gehe nun zur Besprechung der Versuchsresultate, welche in den Tabellen I, II und III verzeichnet sind, über, sowie der Schlüsse, die aus ihnen zu ziehen sind. Eine Reihe von Einzelheiten sind den „Bemerkungen" in den Tabellen selbst zu entnehmen.

Die Fallgeschwindigkeiten aus 28,2 m Höhe sind im Durchschnitt ein wenig höher als aus 9 m, kommen aber den letzteren doch sehr nahe, was beweist, daß man auch aus der geringeren Fallhöhe der Wahrheit sehr nahekommende Resultate erzielt. Der Grund der etwas höheren Fallgeschwindigkeit aus der über 3mal größeren Höhe liegt natürlich darin, daß die schweren Früchte bei 9 m ihre größtmögliche Geschwindigkeit noch nicht erreichen.

Bei den Versuchen mit den Früchten von *Dipterocarpus retusus* (I. Tab.) ergaben Nr. 2, 3, 6, 7, 8 und 10 bei 28,2 m Fallhöhe Fallzeiten von 0,35 bis 0,48 Sek. auf 1 m Höhe, im Mittel also 0,41 Sek. auf 1 m. Nehmen wir an, daß ein horizontaler Luftstrom die gleiche Geschwindigkeit besitzen müßte, um einer Frucht die entsprechende Beschleunigung in horizontaler Richtung zu erteilen, was der Wahrheit sehr nahe kommt, so müßte die Ge-

schwindigkeit des transportierenden Windes ebenfalls 1 m für die Zeit von 0,41 Sek. betragen. Dies würde einer Windgeschwindigkeit von 2,44 Sekundenmetern entsprecheu. Beispielsweise würde also ein Wind von rund 5 Sekundenmetern die Frucht auf mehr als die doppelte Strecke der Höhe ihres Geburtsortes über eine wagrechte Bodenfläche verführen.

Die Frucht Nr. 4 fiel bei 28,2 m Höhe von allen Früchten der Tabelle am raschesten. Sie durchmaß in 0,2 Sek. 1 m Fallhöhe, was einer Geschwindigkeit von 5 Sekundenmetern entspricht. Ein Horizontalwind von gleicher Geschwindigkeit würde also die Frucht 28,2 m weit verfrachten. Bei 10 Sekundenmetern würde die doppelte Strecke zurückgelegt werden — genauer gerechnet natürlich etwas mehr, da ja die in Bewegung befindliche Frucht in die zweite Hälfte der Strecke bereits mit ihrer vollen Geschwindigkeit eintreten würde. Winde von 5—10 Sekundenmetern sind Winde von mittlerer Geschwindigkeit, welche bekanntlich häufig genug auftreten. Dazu kommt, daß der Windanprall an Baumkronen aufsteigende Ströme erzeugt, welche bei gleicher Stärke einen noch bedeutend weiteren Transport ermöglichen.

Für *D. grandiflorus* ergibt die II. Tabelle aus Nr. 2, 4, 6, 7 und 8 bei 28,2 m Fallhöhe eine mittlere Fallgeschwindigkeit von 0,33 Sek. Fallzeit auf den Meter. Es entspricht dies einer Geschwindigkeit von 3 Sekundenmetern. Also wird eine Frucht von mittleren Verhältnissen bei gleicher Windgeschwindigkeit auf 28,2 m Fallhöhe 28,2 m weit verführt werden. Bei 6 Sekundenmetern eine Strecke von über 56,4 m.

Der einzige Fallversuch aus 28,2 m Höhe mit *Shorea stipularis* (III. Tab.) ergab nahezu gleiche Verhältnisse wie die letztgenannte Art. Die ergänzenden Fallversuche aus 9 m Höhe bestätigen dies Resultat.

Bei manchen *Dipterocarpus*-Arten finden sich auffallende, oberflächenvergrößernde Ausbildungen der Nußoberfläche, also der die harte äußere Hülle bildenden Kelchröhre. Über irgendwelche ökologische Bedeutung scheint bis jetzt nichts bekannt geworden zu sein. Die Kombination speziell flügelartiger solcher Bildungen mit leistungsfähigen Flugapparaten, wie sie *D. grandiflorus* zeigt, erregt besonderes Interesse. Die Freundlichkeit von Herrn Professor Dr. DIELS ermöglichte es mir auch, das Berliner Material in Augenschein zu nehmen, was erwünscht war, um einen Begriff von der Konstanz bzw. von der Veränderlichkeit der Kantenflügelausbildung in verschiedenen Heimatgegenden der verbreiteten Art zu gewinnen.

Die Ausbildung der „Kantenflügel", ihre Breite, wechselt danach bedeutend. So zeigt eine mit den Flügeln über 28 cm lange, in der Entwicklung bereits weit vorgerückte Frucht aus Hinterindien (Perak) wohlausgebildete, aber schmälere Kantenflügel, deren Breite 1 cm nicht übersteigt. Ihre einseitige Umbiegung ist ganz ähnlich derjenigen bei den javanischen Früchten. Sehr starke Variation in der Kantenflügelentwicklung scheint auf den Philippinen stattzufinden, wo neben breitgeflügelten denen der javanischen ähnlichen Kelchröhren auch ganz ungeflügelte vorkommen. Ein von WARBURG auf Luzon gesammeltes Exemplar ist ganz flügellos und besizt nur scharf vorspringende Längskanten[1]).

Wenn hier nicht eine nur ausnahmsweise auftretende seltene Abänderung vorliegt, so könnte man darin eine Hindeutung sehen, daß die Kantenflügel kein zur Arterhaltung wichtiges Rüstzeug sind. In vielen Fällen läßt sich die Frage, ob derlei Ausbildungen den betreffenden Organen bez. der Art nicht unter Umständen Nutzen bringen, nur in der Heimat einigermaßen sicher entscheiden.

Die Gestalt des experimentell als leistungsfähig erwiesenen Flugapparates, der beiden kolossal vergrößerten Kelchzipfel, wechselt übrigens ebenfalls etwas. Diese „Hauptflügel" haben bei dem erwähnten Exemplar von Perak verlängert lanzettlichen, nach oben allmählich zu einer stumpfen Spitze verschmälerten Umriß.

Ich bin nicht der Meinung, daß alle einzelnen Bildungen, besonders in der äußeren Ausrüstung der Organismen, einem ganz bestimmten Zweck dienen müssen, indessen lag es doch nahe, in den sehr auffallend gestalteten, sehr breiten Kantenflügeln etwas mehr zu sehen als „überflüssige Anhängsel". Man konnte aber bei der Kombination mit nachgewiesenermaßen zu Fallverzögerung geeigneten anderweiten Einrichtungen wenigstens an die Möglichkeit einer weiteren Steigerung der Leistungsfähigkeit in gleicher Richtung denken, wenn auch verschiedene Erwägungen dies als nicht wahrscheinlich erscheinen ließen.

---

1) Das Exemplar von Luzon könnte nach der rundlichen Gestalt der Nuß und den großen eiförmigen und stumpfen Blättern, die von denen aller übrigen Exemplare stärker abweichen, möglicherweise doch einer besonderen „Art" angehören. — Zu einem Bild von „*D. Spanoghei*" in MATTEI „Aeronautica vegetale" (Estr. Bull., Orto Bot. Napoli 1902) hat als Vorlage — in der Phantasie — wohl *D. grandiflorus* gedient, aber die „Kantenflügel" stehen an verkehrter Stelle. Die Darstellung trägt den Stempel des allzu „Künstlerischen". — Es ist mir eine angenehme Pflicht, den Herren Professoren Dr. DIELS, Dr. GILG und Dr. WARBURG in Berlin für mehrfach gegebene freundliche Auskünfte und Unterstützung besten Dank auszusprechen.

Es ist kein Zweifel, daß ähnliche Bildungen, wenn sie als einzige ohne Begleitung von anderen Flugausrüstungen vorhanden sind, den Fall in der Luft sehr wesentlich verlangsamen können. Für so ausgerüstete Samen und Früchte hatte ich früher den besonderen Haupttypus der „Walzendrehflieger" (*Halesia*-Typus) aufgestellt. Auch wurde der Nachweis ihrer Leistungsfähigkeit damals erbracht. Hier kann aber von einer solchen Ausnutzung kaum die Rede sein, denn es wird nur ausnahmsweise eine der horizontalen sich genügend nähernde Lage der Längsachse zustande kommen können, welche Gelegenheit zur Ausnutzung der längs gerichteten Flügelleisten geben könnte. Fast alle vorliegenden Exemplare besitzen stark rückwärts gekrümmte Hauptflügel, so daß diese fallschirmartig wirken und die sehr schwere Nuß in hängender Stellung beim Fall vorauseilen lassen müssen, auch wenn durch Schiefstellung bzw. Drehung eines der Hauptflügel kräftigere horizontale Komponenten des Luftwiderstandes ausgelöst werden. Außerdem sind meist alle oder fast alle Kantenflügel, wie früher geschildert, einseitig und zwar zum Teil nach entgegengesetzter Richtung umgebogen, so daß sie mehr oder weniger geschlossene Luftkammern, aber keine vorspringenden Platten, wie sie zur Ausnutzung des Luftwiderstandes erforderlich wären, bilden.

Ihr Verhalten könnte andererseits zur Vorstellung führen, daß dadurch die vergrößerte Widerstandsfläche, welche die Nuß selbst darbietet, einen Einfluß auf die Fallgeschwindigkeit haben könnte. Dazu würde aber gehören, daß die vergrößerte Widerstandsfläche auch ausgenutzt werden könnte, was bei dem verhältnismäßig geringen Tragflächenzuwachs, welcher außerdem ganz oder fast ganz unter die unverhältnismäßig großen wirksamen Tragflächen der Hauptflügel fällt, so gut wie ausgeschlossen ist.

Um alle Zweifel zu beseitigen, blieb nichts übrig, als die Fallversuche mit einer vorher bereits geprüften Frucht nach Amputation der Kantenflügel zu wiederholen, um so deren Einfluß auf die Fallgeschwindigkeit festzustellen. Der Versuch wurde im März 1915 gemacht, also fast ein Jahr nach den früheren Versuchen: somit mußte auf das durch Austrocknen verminderte Gewicht der Frucht, die längere Zeit in einem geheizten Raum gelegen hatte, Rücksicht genommen werden. An der Versuchsfrucht Nr. 6 der Tabelle II, welche zwei durch je zwei Kantenflügel gebildete größere und eine durch einen Kantenflügel gebildete kleine Luftkammer besaß, wurden sämtliche 5 Kantenflügel etwa 4 mm über ihrer Basis abgeschnitten.

Die Nuß zeigte nunmehr ihre quer fünfkantige, spindelförmige

Gestalt und die basalen Reste der Kantenflügel bildeten 5 kräftige Längsrippen (vgl. Abb. 5). Die frische Frucht hatte am 22. VI. 1914 27,9 g gewogen. Am 22. III. 1915 wog sie infolge des allmählichen Austrocknens noch 26,956 g. Mit dieser um 0,944 gr leichter gewordenen Frucht wurden zuerst wiederholte Fallversuche auf 9 m Höhe gemacht und diese nach Amputation der Kantenflügel wiederholt. Ein weiterer Versuch wurde angeschlossen, indem auch die drei kleinen Kelchzipfel amputiert wurden, welche den oben offenen kleinen Hohlraum der Kelchröhre verlängern. Deren Gewicht betrug 0,23 gr, sodaß eine neuerliche, wenn auch geringere Gewichtsverminderung der Frucht auf 26,726 g eintrat.

Die Frucht wurde bei allen Versuchen in der gleichen, und zwar in aufrechter Stellung fallen gelassen, da diese ihrer stabilen *Fallstellung entsprach, und auf diese Weise möglichst vergleichbares* Verhalten erzielt wurde. Die Resultate sind in der IV. Tabelle zusammengestellt.

Die Versuche ergaben mit genügender Sicherheit, daß die Fallgeschwindigkeit der Frucht mit der Gewichtsverminderung durch die Amputation abnahm. Letztere hatten stärkeren Einfluß als die Wegnahme der Luftkammern bzw. die Verkleinerung der Widerstandsfläche der Nuß. Somit war von einem Nutzen der Kantenflügel und der durch sie gebildeten Luftbehälter für den Flug keine Rede. Auch die Wegnahme der drei kleinen Kelchzipfelflügel wirkte nur als Gewichtsverminderung, also fallverlangsamend.

Die Zahl der Versuche in den drei Reihen ist leider nicht gleich, da die letzte Versuchsreihe unterbrochen werden mußte. Es mag damit, z. T. wenigstens, zusammenhängen, daß der Betrag der Abnahme der Fallgeschwindigkeit mit dem Betrag der Gewichtsabnahme nach den beiden Beschneidungen nicht besser im Verhältnis steht. Indessen genügen die gewonnenen Zahlen, um den aviatischen Unwert der betreffenden Ausbildungen zu beweisen.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Die beiden zu den Hauptflügeln ausgewachsenen Fruchtkelchzipfel der zwei geprüften *Dipterocarpus*-Arten üben beim Reifabfall der sehr schweren Früchte einen genügend großen Luftwiderstand aus, um mittelstarken Winden eine Verfrachtung auf Entfernungen zu ermöglichen, welche leicht 2—3 mal so groß sind, als die Höhe ihrer Geburtsstätte über dem Boden beträgt.

Nachdem der Bau der geprüften Früchte von *Dipterocarpus retusus* mit dem der früher untersuchten, noch nicht ganz aus-

gereiften von *Dipterocarpus zeylanicus* Thw. fast vollkommen übereinstimmt, geben die Versuche mit den ersteren auch eine Bestätigung der früheren Versuchsergebnisse mit den letzteren nach deren vollkommener Reife.

Es liegt der Schluß nahe, daß die zweiflügeligen *Dipterocarpus*-Früchte allgemein echte Flugorgane darstellen. Dies um so mehr, da mit dem Verhalten von *Dipterocarpus grandiflorus* Blanco der Beweis geliefert ist, daß auch die schwersten Fruchtformen keine Ausnahme bilden.

Einem bestimmten Bewegungstypus gehören die *Dipterocarpus*-Früchte nicht an, wenn sich auch die Mehrzahl, nach dem vorliegenden Material zu schließen, in der Weise der Schirmflieger (VII. Haupttypus) verhalten dürfte. Manchmal tritt auch die Bewegung des XI. Haupttypus auf oder eine sich diesem mehr oder weniger annähernde Bewegungsform.

Die Versuche mit der schweren Frucht von *Shorea stipularis* zeigten genügende Funktionsfähigkeit für die Ausnutzung des Luftwiderstandes. Letztere erfolgt nach der Art der Schraubendrehflieger. (XI. Haupttypus.)

Die Kantenflügel der Früchte von *Dipterocarpus grandiflorus* haben keine Bedeutung für das Flugvermögen. Ein immerhin möglicher ökologischer Wert derselben dürfte nach anderer Richtung zu suchen sein. Auch die anderen drei aus Kelchzipfeln hervorgegangenen (kleinen) Flügel haben keinen Einfluß auf die Ausnutzung des Luftwiderstandes.

I. Fallversuche mit Früchten von *Dipterocarpus retusus* Blume.

Nummer der Versuchsfrüchte	Gewicht in g	I. Versuchsreihe Fallhöhe 28,2 m		II. Versuchsreihe Fallhöhe 9 m		III. Versuchsreihe Fallhöhe 9 m		Bemerkungen Verhalten der Versuchsfrüchte in den Versuchsreihen I, II, III sowie bei einigen weiteren Versuchsreihen ohne Zeitmessungen (IV) Die Abtreibung vom Lot durch Luftzug ist nur angegeben bei Überschreitung einer Strecke von $^1/_3$ der Fallhöhe
		Gesamtfallzeit in Sek.	Mittlere Fallzeit auf 1 m in Sek.	Gesamtfallzeit in Sek.	Mittlere Fallzeit auf 1 m in Sek.	Gesamtfallzeit in Sek.	Mittlere Fallzeit auf 1 m in Sek.	
1.	11,581	(16,57)	(0,59)	4,6	0,51	5,43	0,59	Bewegungsform des VII. Haupttypus der Schirmflieger mit Übergang zum XI. HT. der Walzendrehflieger (Eschentypus). Fiel unter raschem Übergang in beschleunigte Drehung um die fast lotrecht gestellte Längsachse. In der I. VR schlug die Frucht 2mal auf Gesimse auf, sprang aber ohne Unterbrechung der Drehung ab. Durch schwachen Luftzug um ca. 13 m vom Lot abgetrieben.
2.	10,305	13,63	0,48	—	—	5,15	0,57	VII. HT. Fiel unter ziemlich rascher Drehung um die lotrecht gestellte Längsachse. In der II. VR. konnte die Zeit nicht gemessen werden; dabei wurde die Frucht durch schwachen Luftzug um 3½ m vom Lot abgetrieben.
3.	11,895	11,6	0,41	3,5	0,39	5,15	0,57	VII. HT. Fiel unter langsamer Drehung um die lotrecht gestellte Längsachse. In der I. VR. wurde die Frucht durch schwachen Luftzug um ca. 14—15 m vom Lot abgetrieben.
4.	10,02	5,89	0,2	1,84	0,2	2,03	0,22	Fiel, ohne eine bestimmte Bewegungsform anzunehmen. Nahm einmal (IV. VR.) gegen Schluß der Bahn sehr geneigte Stellung der Längsachse an und drehte sich mit mäßiger Geschwindigkeit um eine im Raum lotrechte Schwerpunktsachse.

Nummer der Versuchsfrucht	Gewicht in g	I. Versuchsreihe Fallhöhe 28,2 m		II. Versuchsreihe Fallhöhe 9 m		III. Versuchsreihe Fallhöhe 9 m		Bemerkungen
		Gesamtfallzeit in Sek.	Mittlere Fallzeit auf 1 m in Sek.	Gesamtfallzeit in Sek.	Mittlere Fallzeit auf 1 m in Sek.	Gesamtfallzeit in Sek.	Mittlere Fallzeit auf 1 m in Sek.	Verhalten der Versuchsfrüchte in den Versuchsreihen I, II, III, sowie bei einigen weiteren Versuchsreihen ohne Zeitmessungen (IV) Die Abtreibung vom Lot durch Luftzug ist nur angegeben bei Überschreitung einer Strecke von 1/3 der Fallhöhe
5.	10,94	⫯ (12,98)	• (0,46)	⫯ 5,34	0,59	⫰ 4,05	0,45	VII. HT. *Fiel in die I. VR. einmal auf ein Gesims, sprang ab und* wurde dann durch leichten Luftzug um 20 m vom Lot abgetrieben.
6.	9,836	⫯ 10,5	0,87	⫰ 8,86	0,43	⫰ 3,5	0,39	Verhalten sehr ähnlich wie Nr. 1. Wurde in der I. VR. durch schwachen Luftzug um ca. 14—15 m vom Lot abgetrieben.
7.	10,858	⫯ 12,52	0,44	⫯ 3,68	0,4	⫰ 3,68	0,4	Verhalten sehr ähnlich wie Nr. 1.
8.	12,127	⫯ 11,6	0,41	⫯ 2,58	0,28	⫰ 2,4	0,26	VII. HT. Verhalten ziemlich unregelmäßig. Meist etwas spät in schiefer Lage der Längsachse mit langsamer horizontaler Drehung sich bewegend. In der I. VR. durch schwachen Luftzug um ca. 14—15 m abgetrieben.
9.	10,83	⫰ (13,44)	(0,48)	—	—	⫰ 4,6	0,51	VII. HT. Verhalten ähnlich wie Nr. 2. Fiel in die I. VR. auf ein Gesims auf, sprang aber sofort wieder ab.
10.	8,275	⫯ 9,94	0,85	⫯ 3,[illegible]6	0,43	⫰ 4,6	0,51	VII. HT. Verhalten ähnlich wie Nr. 2. Wurde in der I. VR. durch schwachen Luftzug um ca. 14—15 m abgetrieben.

Nummer der Versuchsfrüchte	Gewicht in g	I. Versuchsreihe Fallhöhe 28,2 m		II. Versuchsreihe Fallhöhe 9 m		III. Versuchsreihe Fallhöhe 9 m		Bemerkungen: Verhalten der Versuchsfrüchte in den Versuchsreihen I, II, III, sowie bei einigen weiteren Versuchsreihen ohne Zeitmessung (IV) Die Abtreibung vom Lot durch Luftzug ist nur angegeben bei Ueberschreitung einer Strecke von $^1/_3$ der Fallhöhe
		Gesamtfallzeit in Sek.	Mittlere Fallzeit auf 1 m in Sek.	Gesamtfallzeit in Sek.	Mittlere Fallzeit auf 1 m in Sek.	Gesamtfallzeit in Sek.	Mittlere Fallzeit auf 1 m in Sek.	
1	25,879	—	—	4,97	0,55	3,9	0,43	VII. Haupttypus der Schirmflieger. — Fiel mit mäßig rascher Drehung um die lotrecht eingestellte Längsachse.
2	26,906	8,47	0,3	2,95	0,33	2,95	0,33	XI. HT. der Schraubendrehflieger, übrigens mit sehr schief gestellter Längsachse u. Annäherung an d. VII. HT. — Fiel einmal unter Ueberschlagen aus d. Drehung, begann sie aber sofort wieder. Zu weiteren Vers. (IV) wurde d. gedrehte Flügel zurückgedreht, worauf Bewegung nach d. VII. HT. erfolgte. (Vgl. hierzu d. Vorbemerk. zu d. Tab.)
3	25,605	(13,63)	(0,48)	3,13	0,35	3,9	0,43	VII. HT. — Fiel unter langsamer Drehung um die lotrecht gestellte Längsachse. In VR. I einmal auf ein Gesims aufgefallen, sprang aber sofort wieder ab.
4	30,938	8,1	0,28	2,78	0,31	2,95	0,33	VII. HT. — Mit mäßig rascher Drehung um die lotrecht gestellte Längsachse.
5	26,025	(9,21)	(0,33)	1,66	0,18	—	—	Fiel durch einen größeren Teil d. Fallräume mit beschleunigter Geschwindigkeit ohne Drehung, bis schließlich unter Schiefstellung d. Längsachse langsame Drehungen um e. lotrechte Raumachse eintraten. Ein etwa $4^1/_2$ cm l. Endstück d. gedrehten Flügels fehlte (war abgebrochen).
6	27,9	11,78	0,42	3,13	0,35	3,31	0,37	VII. HT. — Fiel mit mäßig rascher Drehung um d. lotrecht oder fast lotrecht gestellt Längsachse. (Wurde zu Versuchen wegen der Funktion der Kantenflügel benutzt. Abbild. Taf. VIII. Fig. 6.)
7	32,153	9,02	0,32	—	—	3,9	0,43	VII. HT. — Fiel mit beschleunigter Drehung um die lotrecht gestellte Längsachse. Fiel in der II. VR. auf ein Gesims auf, sprang aber ohne Unterbrechung der Drehung sofort wieder ab. (Abbild. Taf. VIII. Fig. 1.)
8	22,798	9,21	0,33	—	—	3,5	0,39	VII. HT. — Verhielt sich genau wie Nr. 7.

III. Fallversuche mit Früchten von *Shorea stipularis* Thw.

Nummer der Versuchsfrüchte	Gewicht in g	I. Fallhöhe 28,2 m		II. Fallhöhe 9 m		III. Fallhöhe 9 m		Bemerkungen
1.	5,35	—	—	2,4	0,27	3,04	0,34	XI. Haupttypus der Schraubendrehflieger (Eschentypus. — Der Uebergang in die typische Drehbewegung erfolgt verschieden rasch. Am raschesten aus hängender Stellung. — Aus 28,2 m Fallhöhe (I.) wurde die Frucht N. 4 durch leichten Luftzug ca. 14—15 m vom Lot abgetrieben. — (Vgl. im übrigen die Vorbemerkungen zu den Tabellen.)
2.	5,7	—	—	2,21	0,24	2,21	0,24	
3.	6,2	—	—	3,5	0,39	3,31	0,37	
4.	5,22	8,47	0,3	3,31	0,37	2,95	0,33	
				3,13	0,35	2,76	0,31	
				3,31	0,37	2,58	0,28	
				3,31	0,37	2,4	0,26	
				3,31	0,37	2.4	0,26	
						2,78	0,31	
						2,4	0,26	
						2,4	0,26	
						2,58	0,28	
						2,58	0,28	
						2,58	0,28	
						2,58	0,28	

IV. Fallversuche mit der amputierten Frucht Nr 6. (in Tab. II) von *Dipterocarpus grandiflorus*.

Zeit und Zahl der Versuche Zustand und Gewicht der Frucht	Fallzeit auf 9 m Fallhöhe in Sek.	Mittlere Fallzeit auf 1 m Fallhöhe in Sek.	Allgemeine mittlere Fallzeit auf 9 m Fallhöhe in Sek.	Allgemeine mittlere Fallzeit auf 1 m Fallhöhe in Sek.
22. 3. 1915. 8 Versuche Frucht unverletzt Gewicht 26,956 g	5 mal 3,31 3 „ 3,5	5 mal 0,37 3 „ 0,39	3,38	0,37
23. 3. 1915. 8 Versuche Frucht ohne Kantenflügel Gewicht 23,85 g	2 „ 3,31 3 „ 3,5 2 „ 3,68 1 „ 3,86	2 „ 0,37 3 „ 0,39 2 „ 0,4 1 „ 0,43	3,54	0,39
29. 4. 1915. 4 Versuche Frucht ohne Kantenflügel und ohne die 3 kleinen Kelchzipfelflügel Gewicht 23,628 g	1 „ 3,68 3 „ 4,05	1 „ 0,41 3 „ 0,45	3,96	0,44

Erklärung der Tafel VIII.

Photographische Gesamtaufnahme von 2 reifen Früchten und Teilen der Nuß von *Dipterocarpus grandiflorus* Blanco in etwa $^3/_7$ linearer Verkleinerung mit 10 cm-Maßstab. — Die Gegenstände der Bilder 2 und 3 wurden, da sie bei größerer Länge in Längsachsenrichtung aufgenommen werden mußten, durch ihren Umrissen möglichst entsprechende Ausschnitte der den Hintergrund bildenden Pappetafel gesteckt. So entstanden schmale dunkle Umrandungen, deren Natur indessen unschwer zu erkennen ist.

1. Seitenansicht einer reifen Frucht (Nr. 7 der Tabelle II, die schwerste der 8 Versuchsfrüchte). Ein z. T. nach rechts umgebogener Kantenflügel ist gegen den Beschauer gerichtet. Die übrigen 4 Kantenflügel bilden zu je 2 durch Zusammenschlagen rechts und links eine Luftkammer.
2. Die „Nuß“ der Frucht Nr. 5 in der Längsachse von unten gesehen. Bei a ein nach rechts umgerollter Kantenflügel. Bei b und c je 2 zusammengeschlagene Kantenflügel, welche 2 ziemlich geschlossene Luftkammern bilden. Bei c legen sich die dünnen Flügelränder aneinander, bei d schlägt sich der rechte über den linken. Das Bild entspricht annähernd dem Bild, welches die Nuß der Frucht Nr. 7 von unten bietet, nur ist letztere in allen Teilen größer.
3. Annähernd medianer Querschnitt durch die Nuß der Frucht Nr. 8, bei welcher ausnahmsweise keine größeren Luftkammern durch zusammengeschlagene Kantenflügel gebildet sind. Drei der Kantenflügel, b, c, d sind jeder für sich gleichsinnig umgeschlagen, einer, e, gegensinnig, und der fünfte, a, ist nur gegen e geneigt. Die verdickten Kantenflügelbasen von a, e und d sind schief gestellt. — Innerhalb des stark verdickten erhärteten Kelches sieht man die eigentliche Frucht. Das außen kurzfilzige Epikarp hat sich bei der Austrocknung vom Mesokarp stellenweise faltig abgelöst. Im Innern ist der (einzige) große Same sichtbar, welcher in seinem oberen Teil vom Schnitt getroffen ist. Die weiße Linie des Fadens, welcher sich von e bis rechts von dem Kantenflügel b zieht, gibt die Schnittrichtung an, durch welche die untere Hälfte der gleichen Nuß, die in der folgenden Figur wiedergegeben ist, halbiert wurde.
4. Längsschnittsbild der unteren Hälfte der Frucht Nr. 8 in hängender Stellung. Die dargestellte Hälfte bildet die Fortsetzung des rechts von der Fadenlinie des Querschnittes Fig. 3 gelegenen Teils. Oben sieht man das keulenförmig gestaltete und geflügelte basale Kelchstück, welches sich zum Fruchtstielansatz verjüngt. Links ist der Längsdurchschnitt der Basis des Kantenflügels e in Fig. 3 zu erkennen. Links oben sieht man ein Stück des Kantenflügels d und rechts den Kantenflügel c.
5. Seitenansicht der Frucht Nr. 6 ohne Kantenflügel und ohne kleine Kelchzipfel in hängender Stellung. Behufs besonderer Versuche (vgl. d. Text) waren zuerst die 5 Kantenflügel 4 mm oberhalb ihrer Basis und dann auch die kleinen Kelchzipfel abgeschnitten worden. Es tritt dadurch die verlängert spindelförmige Gestalt der Nuß hervor. Der linksseitige Hauptflügel ist von rechts nach links um etwa 290° schraubig gedreht bzw. gebogen.

35. E. Kuhn: Neue Beiträge zur Kenntnis der Keimung von Phacelia tanacetifolia Benth.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 11. Juli 1915.)

Die Arbeit, deren wesentlichste Ergebnisse ich hier kurz anführen will, schließt sich im Allgemeinen an Prof. HEINRICHERs Abhandlung „Die Keimung von *Phacelia tanacetifolia* und das Licht[1])" an. HEINRICHER fand die Angabe REMERs[2]), daß die Hydrophyllacee *Phacelia tanacetifolia* ein Dunkelkeimer sei, bestätigt und stellte im Verlaufe seiner Untersuchungen fest, daß Alter, Vorbehandlung der Samen und die Qualität des Lichtes auf die Keimung von maßgebendem Einfluss seien. HEINRICHER schreibt:

1. „Die Keimung der Samen von *Phacelia tanacetifolia* wird durch unzerlegtes Licht und die Strahlen der ersten Spektrumhälfte ungünstig beeinflußt, durch die zweite Hälfte und Dunkelheit aber gefördert."

2. „Samen, die unmittelbar nach der Ernte ausgesät werden, sind für den hemmenden Einfluß des Lichtes besonders empfindlich; sie keimen am Licht gar nicht, während es im Dunkeln ein Teil bald tut." Es sind also die frischen Samen der *Phacelia* noch ausgesprochenere Dunkelkeimer.

3. „Zwei Monate trocken gelagerte Samen keimten sehr gut und gleichmäßig im Dunkeln, aber nur zu 4 pCt. im Licht", gleichgültig, ob sie vor der Versuchsanstellung im Licht oder im Dunkeln gelegen waren."

Nach HEINRICHERs Untersuchungen blieben noch die Fragen offen:

1. ob ein langjähriges Lagern die Keimkraft der Samen beeinflußt;
2. ob es für das Ergebnis der Keimungsversuche auch bei so ausgedehnter Zeitdauer der Lagerung noch gleichgültig ist, ob die Aufbewahrung des Saatgutes im Licht oder im Dunkeln stattfand;

---

1) Botanische Zeitung 1909, 67, S. 45 – 66.

2) „Der Einfluß des Lichtes auf die Keimung von *Phacelia tanacetifolia*". D. Bot. Ges. 1904. S. 328.

3. ob sich mit steigendem Alter des Saatgutes eine Änderung im Verhalten gegen die Strahlen der ersten (rotes Licht) und der zweiten Spektrumhälfte (blaues Licht) zeigt.

Die Beantwortung dieser drei Fragen wurde mir von Prof. HEINRICHER zur Aufgabe gestellt.

Zunächst standen mir die im Jahre 1908 von Prof. H. geernteten Samen zur Verfügung, die in zwei Teile geschieden worden waren; der eine Teil wurde bis zum Beginn der Versuche, also *sechs Jahre lang, im Dunkeln aufbewahrt; der andere Teil lagerte* erstlich vier Jahre hindurch zwischen einem Südfenster des alten botanischen Instituts und war der stärksten Insolation ausgesetzt. Leider wurde er bei der Übersiedlung in den Neubau des Instituts versehentlich auch ins Dunkle gebracht. Trotzdem konnten mit diesem Material eindeutige Resultate erzielt werden.

Die in sechsjähriger Dunkelheit gehaltenen Samen mögen im folgenden die Bezeichnung „Dunkel-Samen“, die vier Jahre lang belichteten und dann zwei Jahre lang im Dunkeln aufbewahrten Samen die Bezeichnung „Licht-Samen“ führen.

Die Zusammenfassung meiner Versuche ergibt folgendes:

1. Ein sechsjähriges Lagern der Samen von *Phacelia tanacetifolia* im Dunkeln beeinträchtigt deren Keimkraft nicht im mindesten, sie scheint mir im Gegenteil gehoben zu werden:
   a) die Samen keimen im Dunkeln sehr häufig in ihrer ganzen Zahl aus (H. *erzielte mit jüngerem Saatgut auf sterilisiertem* Sand 61 pCt. bis 71 pCt., auf Filtrierpapier 92 pCt. Keimungen, jedoch nie 100 pCt.);
   b) nach langer Lagerungszeit im Dunkeln sind die Samen imstande, *zu ganz erheblichen Prozenten am* Tageslicht zu keimen [bis zu 56 pCt.]. (Mit Saatgut geringeren Alters und verschiedener Herkunft verzeichnet H. auf sterilisiertem Sand 24 pCt. bis 35 pCt., auf Filtrierpapier 32 pCt. bis 36 pCt. Keimlinge.)
2. Für die Keimung ist es bei so ausgedehnter Zeit der Lagerung des Saatgutes nicht mehr gleichgültig, ob die Aufbewahrung im Licht oder im Dunkeln erfolgt. Denn
   a) im Licht aufbewahrte Samen vermögen dunkelgestellt nicht mehr zu 100 pCt. auszukeimen; die Höchstzahl an Keimungen (64 pCt. bis 80 pCt.) ist eine beträchtlich geringere *wie die der Keimlinge von Dunkel-Samen;*

b) auch die Keimung von Licht-Samen am Tageslicht ist eine geringere wie die des verdunkelt aufbewahrten Saatgutes im diffusen Licht (40 pCt. gegen 56 pCt.). Jüngerem Saatgut gegenüber zeigte sich aber trotz der langjährigen Einwirkung des Lichtes merkwürdigerweise ein Steigen des Keimprozentes. (32 pCt. und 36 pCt. gegen 40 pCt.)

3. Mit dem steigenden Alter des Saatgutes ergibt sich auch eine Änderung im Verhalten gegen die Strahlen des roten Lichtes (I. Spektrumhälfte) und des blauen Lichtes (II. Spektrumhälfte)[1]):

a) die Dunkel-Samen waren weniger empfindlich gegen die ihrer Keimung schädlichen roten Strahlen des Spektrums (28 pCt. Keimungen gegenüber 16 pCt. bei dem von H. verwendeten Material geringeren Alters);

b) im blauen Licht keimten die Dunkel-Samen zwar nicht so gut wie in der Dunkelheit, aber immerhin zu 88 pCt.; demgegenüber fand H. 78 pCt.-Keimlinge bei jungem Material;

c) die „Licht-Samen" vermochten im blauen Licht nur zu 64 pCt. aufzulaufen, blieben also gegenüber den Dunkelsamen 24 pCt. in der Keimung zurück;

d) ganz besonders empfindlich erwiesen sich die Licht-Samen gegen die der Keimung von *Phacelia* schädlichen Strahlen der I. Spektrumhälfte, denn es vermochten unter der Kaliumbichromat-Glocke nur 8 pCt. zu keimen.

Ein mehrjähriges Aufbewahren der *Phacelia*-Samen im Licht hat also Fallen des Keimprozentes und — wie hier gleich hinzugefügt sein mag — auch eine empfindliche Verzögerung der Keimungsintensität zur Folge.

Interessant ist das sich mit ihrem steigenden Alter verändernde Verhalten der Samen von *Phacelia tanacetifolia* dem Licht gegenüber:

a) gleich nach der Ernte sind die Samen obligate Dunkelkeimer (vgl. H.);

b) nach viermonatiger Lagerung — gleichgültig, ob im Licht oder im Dunkeln gelagert — vermögen 4 pCt. der ausgesetzten Samen am Tageslicht zu keimen (vgl. H.);

c) nach sechsjähriger Aufbewahrung sind die Samen imstande, zu ganz beträchtlichen Prozentsätzen im diffusen Licht zu

1) Diese Versuche fanden unter SENEBIERschen Glocken statt.

keimen, wobei im Dunkeln aufbewahrtes Saatgut ein höheres Keimprozent (56) erreicht als am Licht aufbewahrtes (40).

Im Laufe der Untersuchungen bemerkte ich öfters, daß in Kulturen, die dem Tageslicht ausgesetzt waren, zur Zeit der größten Keimungsintensität die Mehrzahl der Keime über Nacht auflief, während im Verlaufe des Vormittags nur noch vereinzelt Keimungen auftraten, nachmittags aber überhaupt keine. Ein eigens hierzu angestellter Kontrollversuch bestätigte diese Erscheinung abermals. Ich fragte mich nun, ob die *Phacelia*-Samen vielleicht nur infolge der durch die nächtliche Dunkelheit erfahrenen Förderung am Tageslicht zu keimen fähig wären.

Zur Entscheidung dieser Frage wurden mehrere Versuchsreihen einer konstanten künstlichen Beleuchtung ausgesetzt, und zwar wurden Lichtintensitäten von 380 N.K., 133 N.K., 84 N.K., 64 N.K. und 40 N.K. in Anwendung gebracht. Während bei Einwirkung der vier ersten Lichtintensitäten die Samen — um mit KINZEL zu reden[1]) — sehr bald „lichthart" wurden, keimten bei 40 N. K. innerhalb von 4 Tagen doch 28 pCt. Licht-Samen und 68 pCt. Dunkel-Samen. Nach dieser Frist trat allerdings keine Keimung mehr auf. Es zeigte sich also, daß die Samen der *Phacelia tanacetifolia* auch bei konstanter Beleuchtung keimen können; erklärlicherweise ist ein Sinken des Keimprozentes damit verbunden.

Die lichthart gewordenen Samen wurden einen Monat lang in Dunkelheit gestellt, ohne daß hierdurch eine Keimung zu erzielen gewesen wäre. Doch war das Keimvermögen nicht erloschen, denn das Lagern auf salzsaurem bzw. schwefelsaurem Substrat, das mit Rücksicht auf die Ergebnisse der folgend zu besprechenden Versuche angewendet wurde, veranlaßte die Samen zu recht kräftigem Auskeimen.

Den dritten Teil der Arbeit stellen Versuche über die Beeinflussung der Keimung durch säurehaltiges Substrat dar; solches ist bisher auf Dunkelkeimer noch nicht zur Anwendung gelangt. Als erster wies LEHMANN[2]) den Einfluß der chemischen Beschaffenheit des Substrats auf die Keimung nach. OTTENWÄLDER[3]) fand, daß die Keimung vieler lichtempfindlicher Samen durch

1) KINZEL: Über den Einfluß d. Lichtes auf die Keimung. „Lichtharte Samen." (D. B. Ges. 1907, Bd. 35, H. 6.)

2) LEHMANN: Zur Keimungs-Physiologie und -Biologie von *Ranunculus sceleratus* und einiger anderer Samen. (B. d. B. G. 1909.)

3) OTTENWÄLDER: Lichtintensität und Substrat bei der Keimung lichtempfindlicher Samen. (Zeitschrift f. Botanik 1914.)

schwache Säuren stark beeinflußt wurde; die untersuchten Samen konnten nämlich, soweit sie auch durch entsprechende Temperaturerhöhung im Dunkeln keimten, bei solchen Temperaturen durch Säureeinfluß zum Keimen gebracht werden, bei denen sie ohne diesen Einfluß nicht keimten. GASSNER[1]) untersuchte in seiner Arbeit über die Wirkung stickstoffhaltigen Substrates auf die Keimung auch das Verhalten der Samen von *Phacelia tanacetifolia* einer derartigen Unterlage gegenüber; eine Förderung der Keimung von *Phacelia* durch KNO_3 haltiges Substrat fand nicht statt.

Das als Substrat dienende Filtrierpapier wurde bei meinen Versuchen mit Salzsäure bzw. Schwefelsäure von 0·1 mol, 0·05 mol, 0·01 mol und 0·005 mol befeuchtet. Licht-Samen und Dunkel-Samen wurden auf den angesäuerten Substraten bei Tageslicht und Dunkelheit geprüft. Im allgemeinen erwies sich die Salzsäure wirksamer als Schwefelsäure; am wirksamsten waren die Konzentrationen von 0·1 mol und 0·05 mol HCl.

Die Versuche über den Einfluß schwachsauren Substrates auf die Keimung eines Dunkelkeimers (*Ph. t.*) ergaben folgendes:

Beim Keimen am Tageslicht stiegen Keimprozent und Intensität der Keimung durch den Säurezusatz sowohl bei Licht-Samen als auch bei Dunkel-Samen ganz beträchtlich, aber nur bei Zusatz von 0·1 mol und 0·05 mol HCl bzw. H_2SO_4, die Lösungen geringerer Konzentrationen beider Säuren wirkten geradezu hemmend:

Kulturen im Licht:

Licht-Samen.

0·1 mol HCl . . .	84 %	Keimungen	0·1 mol H_2SO_4 . .	64 %	Keimungen
0·05 „ „ . . .	92 %	„	0·05 „ „ . .	20 %	„
0·01 „ „ . . .	0	„	0·01 „ „ . .	4 %	„
0·005 „ „ . . .	8 %	„	0·005 „ „ . .	4 %	„

Dunkel-Samen.

0·1 mol HCl . . .	92 %	Keimungen	0·1 mol H_2SO_4 . .	64 %	Keimungen
0·05 „ „ . . .	96 %	„	0·05 „ „ . .	36 %	„
0·01 „ „ . . .	8 %	„	0·01 „ „ . .	4 %	„
0·005 „ „ . . .	20 %	„	0·005 „ „ . .	12 %	„

Die vereinigte Wirkung von Dunkelheit und Säure hatte bei den Licht-Samen zur Folge, daß die schädigende Wirkung der langen Lagerung am Tageslicht nur teilweise verschwand. Mit HCl wurden 76 pCt. bis 96 pCt. Keimungen erzielt; hier kamen auch die Konzentrationen von 0·01 mol und 0·005 mol zur Geltung. H_2SO_4 vermochte zwar in Lösung von 0·1 mol das Keimprozent

1) GASSNER: Einige neue Fälle von keimungsauslösender Wirkung der Stickstoffverbindungen auf lichtempfindliche Samen. (B. d. D. B. G. 1915, H, 4.)

auf 92 zu steigern, in geringeren Konzentrationen vermochte sie jedoch sonderbarerweise den schädlichen Einfluß der langjährigen Belichtung nicht aufzuheben, der Erfolg (72 pCt.) kam ungefähr dem des Parallelversuches (76 pCt.), wobei die Samen auf destilliertem Wasser und in Dunkelheit keimten, gleich.

Interessant waren die Ergebnisse der Keimung von Dunkel-Samen auf saurem Substrat im Dunkeln; denn das Auskeimen auf destilliertem Wasser verlief in der Dunkelheit rascher und vollständiger als das Keimen auf säurehaltiger Unterlage bei sonst gleichen Versuchsbedingungen. Es scheinen sich in diesem Falle die beiden, bei getrennter Anwendung die Keimung fördernden Faktoren — Dunkelheit und Säure — irgendwie zu behindern.

Die Einzelheiten werden später bekanntgegeben.

Ob alle Dunkelkeimer durch Lagerung auf schwachsaurem Substrat in außergewöhnlich hohem Maße am Tageslicht zu keimen vermögen, werden weitere Versuche zeigen müssen. Ich denke an diesbezügliche Untersuchungen von *Digitalis ambigua*, *Digitalis lutea*, *Viburnum opulus* und *Hedera helix*.

Als Abschluß der Arbeit sind Untersuchungen über Keimung auf saurem Substrat bei konstanter Beleuchtung gedacht. Eine vergleichende Übersicht der Keimungsintensität und des Keimprozentes von verschiedenen *Phacelia*-Arten (*Phacelia congesta*, *congesta albida*, *Parryi*, *texana*, *grandiflora*, *tanacetifolia*, *campanularia*) in Licht und Dunkelheit erscheint mit der vollständigen Arbeit, deren Veröffentlichung hoffentlich in ruhigeren Zeiten möglich sein wird.

An dieser Stelle möge es mir gestattet sein, noch folgende Mitteilung anzufügen. LEHMANN schreibt in seiner Abhandlung „Über die Beeinflussung der Keimung lichtempfindlicher Samen durch die Temperatur" (Zeitschrift für Botanik, IV., Heft 7), daß die Hydrophyllaceen nach REMERs, HEINRICHERs und seinen eigenen Untersuchungen recht allgemein durch das Licht in der Keimung gehemmt würden. Untersuchte Fälle seien *Phacelia tanacetifolia* durch REMER und HEINRICHER, eigene Untersuchungen *Nemophila insignis* und *Phacelia campanularia*.

Doch zeigte ein Versuch mit *Hydrolea spinosa*, daß diese Hydrophyllacee im Gegensatz zu ihren Verwandten ein ausgesprochener Lichtkeimer ist.

Frl. ELISE KAINRADL, die im Botanischen Institut eine wissenschaftliche Untersuchung zur Biologie von *Hydrolea spinosa* mit interessanten, leider noch nicht veröffentlichten Resultaten durch-

führte, hat auf Anregung Prof. HEINRICHERs hin auch die Keimung der Samen geprüft. Dabei wurde das eben erwähnte Ergebnis erzielt; es schienen Dunkelheit und zweite Spektrumhälfte die Keimung gänzlich zu verhindern.

Eine Nachprüfung meinerseits bestätigte dieses Ergebnis, wenn schon auf dem von mir verwendeten Substrat (Filtrierpapier, bei KAINRADL Erde) ein niedriges Keimprozent — 10 pCt. — auch im Dunkeln erreicht wurde (L : D = 70 : 10). Die Versuche Frl. KAINRADLs wurden als Vorversuche nicht mit abgezählten Samen durchgeführt.

Eine Fortsetzung der Versuche mit *Hydrolea spinosa* behalte ich mir vor.

Innsbruck, Botanisches Institut,
im Juni 1915.

---

36. Arthur Meyer: Die in den Zellen vorkommenden Eiweißkörper sind stets ergastische Stoffe.

(Eingegangen am 17. Juli 1915.)

Diese kleine Notiz ist eine vorläufige Mitteilung aus einem über den Bau und die Leistung der Zelle handelnden Buche, mit dessen Veröffentlichung ich aus naheliegenden Gründen noch zögere. Die Bedeutung des von mir in dieser Notiz aufgestellten Begriffes der „ergastischen Stoffe" für die Lehre von den Organismen werde ich erst in diesem Buche darlegen.

Durch chemische Verfahren können wir aus den Zellen stets eine größere Anzahl von chemischen Stoffen herstellen. Nachweislich stammen eine ganze Reihe solcher aus der Zelle erhaltenen Stoffe ganz oder teilweise aus ergastischen Gebilden. So verhält es sich z. B. vielfach mit der Hauptmenge der Fette, der Kohlehydrate, der Harze und ätherischen Oele.

Wir dürfen also stets die Frage stellen, ob ein durch chemische Methoden aus einem Zellgewebe gewonnener Stoff aus einem ergastischen Gebilde stammt, oder ob er aus der Substanz eines Organs der Zelle gewonnen wurde.

Bei Entscheidung dieser Frage müssen wir berücksichtigen, daß ein als ergastisches Gebilde in einem Organ der Zelle zur Ausscheidung kommender Stoff wohl allermeist auch in dem Orga

selbst gebildet wurde und deshalb in kleinen Mengen auch in diesem vorhanden sein wird.

Wenn das so ist, so wird für solche zum Aufbau ergastischer Gebilde, wie z. B. Fetttropfen, dienenden Stoffe die Annahme nahe liegen, daß sie auch dann, wenn sie in einem Organ der Zelle so fein verteilt liegen, daß wir sie nicht mehr mit dem Mikroskop erkennen können, gar nicht eigentlich am Aufbau der lebenden Substanz teilnehmen, sondern nur gleichsam in ihr gelöst oder amikroskopisch verteilt sind.

Sie würden dann ergastische Natur behalten, und wir könnten solche Stoffe, um sie von denen zu unterscheiden, welche sich am Aufbau der Struktur der lebenden Substanz direkt beteiligen, als ergastische Stoffe bezeichnen.

Es ist z. B. sehr wahrscheinlich, daß die Fette solche ergastischen Stoffe sind. In reifen fetthaltigen Samen durchtränkt das Fett das Zytoplasma gleichmäßig. Es liegt dort als homogener Bestandteil des fetthaltigen Plasmas und bleibt doch sicher ergastisch. Auch da, wo es in kleinen Mengen homogen im Zytoplasma gelöst ist, würde man wohl kaum annehmen können, daß es dort an dem *Aufbau der Struktur des Zytoplasmas beteiligt* wäre. Man wird vielmehr die Annahme machen dürfen, daß es dort überall wesentlich die Rolle einer Reserve an Baumaterial und Energie für die Bedürfnisse des lebenden Organs spielt.

Unter den Stoffen, welche von den Chemikern aus der Zelle dargestellt worden sind, spielen in der biologischen Wissenschaft die Eiweißkörper eine besonders große Rolle.

Autoritäten der Biologie und der physiologischen Chemie waren und sind noch der Ansicht, daß die Eiweißkörper die wichtigsten Bausteine der lebenden Substanz sind. So dachten und denken z. B. PFLÜGER, DETMER, OSCAR LÖW (1906); auch STRASBURGER, KOSSEL und OSCAR HERTWIG (1912) neigen noch zu dieser Anschauung.

Demgegenüber läßt es sich zeigen, daß für diese alte und zur Gewohnheit gewordene Anschauung über die Bedeutung der Eiweißkörper in der Zelle irgendwelche Beweise nicht vorliegen und daß es sogar viel wahrscheinlicher ist, daß die Eiweißkörper keine Bausteine der lebenden Substanz sind, sondern ausschließlich ergastische Stoffe, Reservestoffe für die lebende Substanz, in welcher sie als solche Reservestoffe meist in einiger Menge gelöst sind.

Die kritische Durchsicht der chemischen Untersuchungen über die Zusammensetzung der Organe des Protoplasten zeigt uns zuerst, daß diese Arbeiten keinen Beweis für die Beteiligung der

Eiweißkörper am Aufbau der lebendigen Substanz enthalten. Ein paar Angaben in dieser Literatur scheinen sogar dafür zu sprechen, daß die Eiweißkörper unter Umständen in der lebenden Substanz fehlen können; so die Arbeit von SOSNOWSKI (1900) über Paramaecium und die Angabe von SACHS (1862, S. 293), daß in alten Parenchymzellen Eiweiß nicht mikrochemisch nachweisbar ist. Es wäre eine sorgfältige Prüfung dieser Frage sehr erwünscht.

Ferner zeigt die kritische Durchsicht der chemischen Arbeiten, daß die von Chemikern aus tierischen und pflanzlichen Zellen gewonnenen Eiweißkörper sicher zum allergrößten Teil von ergastischen Gebilden der Zellen stammen, und daß es nur in ganz wenigen Fällen zweifelhaft bleibt, ob es so ist oder nicht. So stammen sicher von ergastischen Gebilden der Zelle her von einfachen Eiweißkörpern: die Albumine: Serumalbumin, Eieralbumin, Milchalbumin, ferner die Globuline: Eierglobulin, Serumglobulin, Perkaglobulin, die Kristalline der Kristalllinse des Auges, die Globuline aus den Aleuronkörnern der Samen. Dann die Albuminoide: Glutin, Elastin, Fibrin, Spongin (aus Zwischensubstanzen der tierischen Gewebe). Von Proteiden, welche dargestellt wurden, kann man anführen: das Kasein der Milch, das Vitellin der Eidotter, das Ichthulin der Fischeier usw.

Nur für die von den Chemikern aus der Zelle hergestellten Nukleoproteide liegt die Sache nicht so einfach, und hier kann man noch fragen, ob diese Nukleoproteide nicht doch am Bau der lebenden Substanz der Zellkerne teilnehmen.

Es ist das Vorkommen von Nukleinsäure in den Zellkernen sicher durch MISCHER (1871 und 1895) für zwei normale Zellkerne bewiesen worden. Es ist ferner durch ZACHARIAS (1910) wahrscheinlich gemacht worden, daß in den Chromosomen der Kerne Nukleinsäureverbindungen vorkommen. Aber es ist kein Beweis dafür geführt worden, daß die im Kern vorkommenden Nukleinsäureverbindungen am Aufbau der lebenden Substanz der Zellkerne teilnehmen, und es sprechen einige Tatsachen stark zugunsten der Auffassung, daß diese Nukleinsäureverbindungen nur als ergastische Stoffe in den Zellkernen angehäuft sind.

Zu diesen Tatsachen gehört die Erfahrung (ACKERMANN 1904/05), daß die Kerne bis 42 pCt. Nukleinsäure enthalten können, was bedeutet, daß sie bis über 90 pCt. aus Nukleinsäureverbindungen bestehen könnten. Es ist äußerst unwahrscheinlich, daß eine bestimmte chemische Verbindung in dieser Menge am Aufbau eines so kompliziert arbeitenden Organs der Zelle teilnimmt, daß sie dessen lebende Substanz fast allein aufbauen kann.

Auch die Tatsache, daß die Chromatophoren und das Zytoplasma immer reichlich Kohlehydrate, oft auch Fett als Reservestoffe enthalten, während diese dem normalen Kern immer fehlen, macht es mir wahrscheinlich, daß die Nukleinsäureverbindungen dem Kerne zu ähnlichen Zwecken dienen wie die Kohlehydrate und das Fett den anderen Organen der Zelle, daß sie Reservestoffe sind.

Nähmen Eiweißkörper am Aufbau der lebenden Substanz teil, so würde man erwarten können, daß die Tötung der Protoplasten in ähnlicher Weise von der Temperatur abhängig wäre wie die Koagulation der Eiweißkörper. Das ist aber nicht der Fall. Ich erwähne nur, daß von Wasser durchtränkte Sporen von *Bacillus subtilis* bei 80° 75 Stunden, bei 100° 3 Stunden, bei 110° über eine halbe Stunde leben (ARTHUR MEYER 1906).

Man könnte die Tatsache, daß die Gleichheit, Ähnlichkeit und Verschiedenheit der in den Spezies enthaltenen Eiweißkörper bei serologischen Untersuchungen den Grad der morphologischen Verwandtschaft der Spezies bis zu einem gewissen Grade widerspiegelt, wie es die Untersuchungen von UHLENHUTH, WASSERMANN, STERN, KOWARSKI, GOHLKE (1913), METZ und GOHLKE, METZ und PREUSS (1913) usw. gezeigt haben, als Beweis dafür betrachten, daß die Eiweißkörper die lebende Substanz aufbauen. Man findet hier jedoch, daß die sicher ergastischen Eiweißstoffe ergastischer Gebilde, wie das Eiweiß der Aleuronkörner der Samen (METZ) ganz denselben verwandtschaftsdiagnostischen Wert haben wie andere Eiweißkörper der Zellen, daß die Eiweißkörper also sicher nicht in der lebenden Substanz sitzen müssen, um so zu wirken.

Wir wissen ja auch schon aus den Untersuchungen von OSBORNE, daß die Zahl der untereinander chemisch verschiedenen Samenproteine fast unendlich sein muß (OSBORNE, 1910, S. 62), und daß die chemische Untersuchung der Samen zeigt, daß die Samen nahe verwandter Spezies zwar immer etwas, aber immer nur wenig voneinander unterschiedene Eiweißkörper in ihren Aleuronkörnern enthalten, während systematisch sich fernstehende Arten voneinander sehr verschiedene Eiweißkörper liefern. Ja wir wissen schon lange, daß dieselben Verhältnisse auch für die Kohlehydrate und wohl auch für die Fette gelten.

Es spricht also nichts dafür, daß die Eiweißkörper als Bausteine der lebenden Substanz auftreten können. Dagegen wissen wir sicher, daß sie in der Zelle in Form von ergastischen Gebilden als Reservestoffe vorkommen. Es tritt uns das bekanntermaßen schön bei den Samen der Pflanzen entgegen, welche stets größer

Mengen von Eiweißkörpern in Form von Aleuronkörnern enthalten, deren Bestandteile sicher als Reservestoffe zu betrachten sind.

Dieses Vorkommen der Eiweißkörper lehrt uns auch, daß die Speicherung von Eiweißkörpern eine besonders vorteilhafte Art der *Speicherung von Atomkomplexen sein muß, welche die Zelle zu* ihrer Ernährung braucht. Denn die Pflanze bedarf ja der Eiweißkörper *nicht* direkt zur Ernährung, da ihre Zellen imstande sind, jederzeit aus anorganischen Stickstoff- und Schwefelverbindungen und Kohlehydraten Eiweiß aufzubauen.

Es ist auch sehr wahrscheinlich, daß die Pflanze niemals g a n z e Eiweißmoleküle zum Aufbau der lebenden Substanz benutzt. Jedenfalls zerspaltet sie die Moleküle des Sameneiweißes bei der Keimung der Samen stets sehr weitgehend, viel weitgehender als es zum Zwecke der Wanderung derselben nötig ist, wenn sie Verwendung finden sollen.

PURIEWITSCH (1898) konnte z. B. zeigen, daß aus selbsttätig sich entleerenden Samen Pepton und Eiweiß auszuwandern vermögen, und trotzdem werden die Eiweißkörper bei der Verwendung in Keimlingen bis zu den Aminosäuren aufgespalten und diese dann teilweise in Asparagin und Glutamin verwandelt. Diese Produkte finden sich in großer Menge in Keimlingen angehäuft, welche im Dunkeln heranwuchsen. Auch hat es sich gezeigt, daß die Eiweißkörper als Nährstoffe für die höheren Tiere vollständig durch Gemische von Aminosäuren zu ersetzen sind. (ABDERHALDEN 1912.)

Nach dieser Erfahrung über die Bedeutung der Eiweißkörper als Reservestoffe der Zelle liegt es nahe anzunehmen, daß sie überall, wo sie in der Zelle angetroffen werden, die gleiche Rolle spielen. Sie müssen, da sie aus den Organen der Zelle ausgeschieden werden, auch in diesen vorkommen, und es liegt nahe, daß sie auch in diesen, wo sie angetroffen werden, als ergastische Reservestoffe dienen, die der lebenden Substanz nahe zur Hand sind. Da das Eiweiß ein praktischer und mehr noch als Kohlehydrate und Fette für den Betrieb der Zelle notwendiger Reservestoff ist, so ist seine Anwesenheit in der lebenden Substanz durchaus verständlich.

Man könnte gegen diese Auffassung noch einwenden, daß die Tatsache des Vorkommens von Eiweißkörpern in ausgehungerten Geweben noch nach dem Tode für eine direkte Beteiligung der Eiweißkörper am Aufbau der lebenden Substanz spräche. Aber auch dieser mögliche Einwand würde nicht stichhaltig sein. Bei unseren Untersuchungen über die Atmung abgeschnittener Laub-

blätter hat es sich gezeigt (DELEANO, 1912), daß durch den Atmungsprozeß zuerst die Kohlehydrate verzehrt werden, daß erst bei Mangel an diesen die Eiweißkörper für den Energiegewinn herbeigezogen werden. Da die Eiweißkörper die letzten Reserven sind, welche angegriffen werden, so ist es verständlich, daß einzelne Zellen der Gewebe schon aus Mangel an Reserven zugrunde gehen und den Tod der Gewebe bedingen, ehe alles Eiweiß des Gewebes aufgezehrt worden ist.

Mit dieser Auffassung der Eiweißkörper der Zelle als ausschließlich ergastische Stoffe, welche in der lebenden Substanz oder im Wasser der lebenden Substanz gelöst sind, steht auch die Tatsache im Einklang, daß sich diese Eiweißkörper in allen Organen des lebenden Protoplasten in Form von Kristallen, also in der Form ausscheiden können, in welcher die Moleküle toter Substanzen immer auftreten, wenn ihnen dazu Gelegenheit gegeben wird.

Nicht selten scheidet das Zytoplasma Eiweiß in gelöstem Zustande in Vakuolen aus, so daß deren Zellsaft reich an Eiweiß wird. Es gelang mir bei einer *Phyllocactus*-Art, dieses Eiweiß einfach dadurch zur Kristallisation zu bringen, daß ich die Gewebe in Alkohol einlegte. Es kristallisiert solches im Zellsaft gelöstes Eiweiß auch in der lebenden Zelle sehr häufig aus, am ausgiebigsten in den Zellsaftvakuolen, welche in den reifen Samen zu den Aleuronkörnern werden. Aber es entstehen auch im Zytoplasma, in den Chromatophoren und im Zellkern Eiweißkristalle, wenn die Konzentration des in der lebenden Substanz gelösten Eiweißes genügend groß wird. Ihr Vorkommen in den Pflanzenzellen ist eine ganz häufige Erscheinung, und wir wissen, daß das Eiweiß dieser Kristalle die Rolle eines Reservestoffes spielt.

Es ist mir selbstverständlich bewußt, daß meine Hypothese, die Eiweißkörper der Zelle seien stets ergastische Stoffe, durch diese Auseinandersetzung nicht bewiesen ist; aber ich meine, daß sie viel besser gestützt ist als die Hypothese, daß sich die Moleküle der Eiweißkörper am Aufbaue der lebenden Substanz selber beteiligen, eine Hypothese, für deren Richtigkeit nicht die geringsten Beweise vorliegen.

Literatur.

OSCAR LOEW, Die chemische Energie der lebenden Zellen, Stuttgart, 1906.
DETMER, Vergleichende Physiologie des Keimungsprozesses, 1880, S. 158.
OSCAR HERTWIG, Allgemeine Biologie, Jena, 1912.
SOSNOWSKI, Beiträge zur Chemie der Zelle, Zentralblatt für Physiologie, Bd. XIII, 1900, S. 267.

SACHS, Mikrochemische Untersuchungen; Flora, Bd. 45, 1862, S. 289.

MISCHER, Physiol. chem. Untersuchungen über die Lachsmilch; Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakognosie, 1895, Bd. 37, S. 100.

MISCHER, Über die chemische Zusammensetzung der Eiterzelle; Medizinisch-chemische Untersuchungen aus dem Laboratorium für angewandte Chemie in Tübingen, herausgegeben von HOPPE-SEYLER, 4. Heft 1871, S. 441.

ZACHARIAS, Die chemische Beschaffenheit von Protoplasma und Zellkern; Progressus rei botanicae, 3. Bd., Jena, 1910, S. 67.

ACKERMANN, Zur Chemie der Vogelblutkerne; Zeitschrift für physiolog. Chemie, Bd. 43, 1904/5, S. 299.

GOHLKE, Die Brauchbarkeit der Samen-Diagnostik für den Nachweis zweifelhafter *Verwandtschaftsverhältnisse im Pflanzenreiche, Stuttgart und* Berlin, 1913.

METZ und PREUSS, Sero-diagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaften innerhalb der Pflanzengruppe der Parietales; Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. 12, 1913, S. 109.

OSBORNE, Die Pflanzenproteine; Ergebnisse der Physiologie, 10. Jahrg., 1910, S. 47.

PURIEWITSCH, Physiologische Untersuchungen über die Entleerung der Reservestoffbehälter; PRINGSHEIMS Jahrbücher für wissensch. Botanik, Bd. 31, 1898, S. 1.

ABDERHALDEN, *Synthese der Zellbausteine in Pflanzen und Tier*, SPRINGER, Berlin, 1912.

ARTHUR MEYER, Notiz über eine die supramaximalen Tötungszeiten betreffende Gesetzmäßigkeit; Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 1906, S. 340.

---

37. E. G. Pringsheim: Bemerkungen zu Iwanowskis „Beitrag zur physiologischen Theorie des Chlorophylls."

(Eingegangen am 26. Juli 1915.)

In seinem „Beitrag zur physiologischen Theorie des Chlorophylls" kommt IWANOWSKI[1]) zu der Schlußfolgerung, daß die Absorptionskurve der photosynthetisch wirksamen Chlorophylline das Bestehen eines zweiten Assimilationsmaximums neben dem im Rot, nicht im Blau, an der Linie F, sondern im Violett, im Bande VI voraussehen lasse.

Hier sei nun zunächst darauf hingewiesen, daß es nicht üblich ist, den Gesichtseindruck, der durch die Wellenlänge hervorgerufen

1) D. IWANOWSKI, Ein Beitrag zur physiologischen Theorie des Chlorophylls. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges., Bd. 32, 1914, S. 433.

wird, die dem Bande VI des Chlorophyllspektrums entspricht, als Violett anzusprechen. Nach MARCHLEWSKI[1]) nimmt in dem Spektrum lebender Blätter das Band VI den Raum von 434—450 $\mu\mu$ ein, nach TSWETT[2]) in Lösungen den von 432—443 $\mu\mu$; jedenfalls liegt der betreffende Absorptionsstreifen also von jenseits G = 431 $\mu\mu$ bis ein Stück auf F = 485 $\mu\mu$ hin. Die Grenze zwischen Blau und Violett verlegt HELMHOLTZ[3]) auf die Linie G, ebenso nennt PFEFFER[4]) das, was jenseits G liegt, violett, und LUMMER[5]) läßt G im „Indigo" liegen. Der Absorptionsstreifen VI des Chlorophylls liegt also noch ganz im Blau, und dort wäre demnach auch das relative Assimilationsmaximum zu suchen, das IWANOWSKI erwartet.

Nach TSWETT[6]) ist Band VI ein hauptsächlich durch die grünen Chlorophylline bedingtes Kombinationsband, bei dem allerdings die Gemeinschaft der gelben Farbstoffe bereits in Betracht kommt. Nun wird wohl heute von der Mehrzahl der Botaniker ein Zusammenhang zwischen Absorption und Assimilation im Sinne ENGELMANNs angenommen, wenn man sich auch nicht an eine strenge Proportionalität zwischen beiden Größen bindet. Wenn IWANOWSKI[7]) das letztere für KNIEP und MINDER[8]), die zum ersten Male zuverlässige Methoden für diese Fragestellung heranzogen, behauptet, so ist er darin ebenso im Irrtum wie TH MEINHOLD[9]) es war.

Sehen wir von der Frage der Proportionalität ab, für deren Lösung die vorhandenen Untersuchungen nicht ausreichen, so ist es doch äußerst einleuchtend, daß, da Strahlen, die in der Pflanze nicht absorbiert werden, auch nicht assimilatorisch wirksam sein können, kräftige Absorption eines Spektralbezirks Bedingung für

1) L. MARCHLEWSKI, Chemie der Chlorophylle. Braunschweig 1909, S. 10

2) F. CZAPEK, Biochemie der Pflanzen, 2. Aufl., Jena 1913, S. 566.

3) W. NAGEL, Handbuch der Physiologie des Menschen, Bd. III, Physiologie der Sinne. Braunschweig 1905. Die Gesichtsempfindungen von H. v. KRIES, S. 132.

4) W. PFEFFER, Die Wirkung der Spektralfarben auf die Kohlensäurezersetzung in Pflanzen. Botan. Zeitg., 30. Jahrg., 1872, S. 460.

5) MÜLLER-POUILLET, Lehrbuch der Physik, 10. Aufl., Bd. II, 1. Ab Optik von O. LUMMER, Braunschweig 1907, S. 154.

6) F. CZAPEK a a O., S. 564.

7) IWANOWSKI a. a. O., S. 435.

8) KNIEP und MINDER, Über den Einfluß verschiedenfarbigen Licht auf die Kohlensäureassimilation. Zeitschr. f. Botanik, 1. Jahrg., 1909, S. 6

9) TH. MEINHOLD, Beiträge zur Physiologie der Diatomeen. Dis ... Biologie der Pflanzen, Bd. 10, S. 382.

die Kohlensäurezerlegung in ihm sein muß. Nur darf man nicht aus der Absorption umgekehrt auf die assimilatorische Wirkung schließen. Das ist schon deshalb klar, weil ja nicht das Chlorophyll allein in der Pflanze Licht verschluckt, sondern noch mancherlei andere, für unser Auge mehr oder weniger gefärbte Substanzen. Unter ihnen nehmen die gelben Begleiter des Chlorophylls eine Sonderstellung ein, da sie wie jenes an die Chloroplasten gebunden sind. Sie sind stark mitbestimmend für das Absorptionsspektrum grüner Pflanzenteile. In den verschiedengefärbten Algen u. dergl. treten ihnen noch andere Farbstoffe der Chromoplasten zur Seite.

Die Entscheidung, welche Rolle die Begleitfarbstoffe bei der Kohlensäurezerlegung spielen, ist nun von besonderer Bedeutung, da mit ihrer Unwirksamkeit die bekannten Vorstellungen von ENGELMANN und STAHL hinfällig würden.

Diese Auffassung vertritt nun IWANOWSKI, und zwar zunächst nur für grüne Pflanzenteile, indem er „die vergeblichen Bemühungen von ENGELMANN, KOHL, STAHL, IRWING, eine assimilatorische Wirkung der Pigmente zu erweisen", als Beleg anführt[1]. Ich möchte *sie hier unterstützen, indem ich zunächst auf die* bedeutungsvolle Tatsache hinweise, daß in allen Pflanzen, die Kohlensäure mit Hilfe des Lichts zerlegen, auch in den verschiedenfarbigen Algen, Clorophyll gefunden werden konnte, daß dagegen andere Farbstoffe, die bei chlorophylllosen Pflanzen dasselbe leisten, nach Ausschaltung der Purpurbakterien durch MOLISCH[2], nicht bekannt sind. Dieser Wahrscheinlichkeitsbeweis für die alleinige Befähigung des Chorophylls zur „Photosynthese" entspricht auch der Forderung, keine verwickelteren Vorstellungen anzunehmen als unbedingt nötig. Tatsachen, die die Mitwirkung der Nebenpigmente verlangen, scheinen mir aber nicht vorzuliegen.

IWANOWSKI zeigt nun durch spektrophotometrische Messungen an dem Gemisch der Chlorophylline, daß die starke Absorption einer Rohchlorophylllösung bei der Linie F, die ENGELMANN dazu veranlaßte, dorthin das zweite Assimilationsmaximum im Blau zu legen in Wirklichkeit durch die gelben Pigmente hervorgerufen wird. Das Reinchlorophyll, also Gemisch der beiden Chlorophylline α und β, weist dagegen *eine stärkere Absorption erst wieder im Bereiche* des Bandes VI (nach IWANOWSKI im „Violett" von 450—430 $\mu\mu$) auf und dort erwartet nun IWANOWSKI auch das zweite Assimilationsmaximum neben dem im Rot.

1) a. a. O., S. 436.

2) H. MOLISCH, Die Purpurbakterien, Jena 1907.

Diese Schlußfolgerung erscheint mit den oben gekennzeichneten Einschränkungen berechtigt. Ihre experimentelle Begründung verlangt der Verf. von der Zukunft. Es ist ihm entgangen, daß schon jetzt Tatsachen und Versuche vorliegen, die die Bestätigung höchst wahrscheinlich machen. Einmal wären hier die Ergebnisse der auch von IWANOWSKI genannten Arbeit von KNIEP und MINDER zu erwähnen. Diesen Forschern gegenüber wird gesagt, daß die Lage des zweiten Optimums nicht näher präzisiert worden sei[1]).

Betrachtet man aber die von den genannten Autoren[2]) wiedergegebene Energiekurve des von der Blauscheibe durchgelassenen Lichtes, so sieht man, daß das Maximum bei der G-Linie liegt. Bei der F-Linie ist die Durchlässigkeit schon stark vermindert. Wäre die hinter der Blauscheibe gefundene Assimilation, die der hinter einer Rotscheibe gleichkam, der Absorption grüner Pflanzen bei F (Band V) zuzuschreiben, so wäre sie auf gleiche Energie des wirksamen Lichtes umgerechnet, noch sehr viel größer, was unwahrscheinlich ist. Man darf also annehmen, daß das von KNIEP und MINDER benutzte Blaufilter für diese Versuche recht geeignet war, da es gerade nur das wirksamste Licht, und zwar fast ungeschwächt, durchließ. Das gilt aber nicht für ihr Rotfilter, auf das sich der andere Einwand IWANOWSKIs gegen KNIEP und MINDER richtet, den auch schon MEINHOLD[3]) und A. v. RICHTER[4]) erhoben haben. KNIEP und MINDER haben nur die Energie des auffallenden Lichtes berücksichtigt, was an sich durchaus berechtigt ist, da sie sich von jeder Stellungnahme zu der Frage nach dem Zusammenhang zwischen Absorption und Assimilation frei hielten. Stellt man sich aber auf den hier und von IWANOWSKI innegehabten Standpunkt, so fällt auf, daß zwar der Durchlaßbereich des benutzten Blaufilters, nicht aber der des Rotfilters mit den betreffenden Absorptionsbändern des Chlorophylls übereinstimmen. Da das rote Glas einen verhältnismäßig großen Strahlenbezirk durchläßt, so kommt IWANOWSKI wie vor ihm MEINHOLD zu dem Schlusse, „daß gleiche Intensität und gleiche Absorption durch die Pflanze vorausgesetzt, die roten Strahlen bei der Kohlensäureassimilation mehr leisten als die blauvioletten.“ Das entspräche der intensiven Absorption des Chlorophylls zwischen B und C.

1) D. IWANOWSKI, a. a. O., S. 435.
2) KNIEP u. MINDER, a. a. O. S. 635.
3) Th. MEINHOLD, a. a. O. S. 382.
4) A. v. RICHTER, Farbe und Assimilation, Ber. d. deutsch. bot. Ge Bd. 30, 1912, S. 281.

Noch deutlicher als aus den Versuchen von KNIEP und MINDER wird das Assimilationsmaximum in dem Bande VI durch die Arbeit von MEINHOLD, die IWANOWSKI unbekannt geblieben ist. Ihr Titel deutet allerdings nicht klar auf den Inhalt, und ihre Methode hat nicht die allgemeine Anerkennung gefunden. MEINHOLD[1]) läßt nämlich Diatomeen und grüne Algen hinter spektroskopisch und thermoelektrisch geprüften Farbfiltern wachsen und schließt aus der Stärke der Vermehrung auf die Größe der Assimilation in den einzelnen Strahlenbezirken. Es muß zugegeben werden, daß diese Methode verhältnismäßig viele Fehlerquellen in sich birgt; doch scheinen sie mir nicht so schlimm, daß das hier in Betracht kommende Ergebnis litte. Eine vollkommene Proportionalität zwischen Assimilation und Vermehrung ist ja nicht zu erwarten, gilt aber auch nicht für Assimilation und Blasenausscheidung. Sicher ist doch wohl, daß die Assimilation bei schwachem Licht mit dessen Intensität steigt, und zwar wird der Verlauf der Knrve wie anderer ähnlicher anfangs von der geraden Linie nicht sehr stark abweichen. Erst mit der Annäberung an das Optimum wird die Zunahme der Assimilation hinter der der Helligkeit zurückbleiben. Entsprechende Überlegungen gelten für die Abhängigkeit der Vermehrung von der Assimilation. Deshalb hat MEINHOLD in seine Figuren auch nur die geringeren Vermehrungsgrößen in der kurzwelligen Hälfte des Spektrums eingetragen. Wenn deren Größenverhältnisse zwar von den theoretisch richtigen abweichen mögen, so ist eine Verschiebung des Optimums durch die in der Methode liegenden Fehler doch wenig wahrscheinlich. Und dieses liegt für grüne Algen zwischen F und G! Damals, im Jahre 1910, war es sehr auffallend, daß die Assimilation von Blau nach Violett so stark sinken sollte, da nur die ENGELMANN'schen Bestimmungen der Absorption des Chlorophylls verglichen wurden, in denen die Auslöschung des Lichtes bis zum violetten Ende des sichtbaren Spektrums ansteigt. MEINHOLD[2]) hat daraus geschlossen, „daß bei der Assimilation neben der Energie auch die Wellenlänge des Lichtes einen bestimmenden Einfluß hat." KNIEP[3]) ließ sich hierdurch mit Recht nicht überzeugen. Wie wir aus den genauen Bestimmungen der spektralen Absorption des Chlorophylls durch WILLSTÄTTER heute wissen, hat mindestens dessen Komponente b

1) Th. MEINHOLD, Beiträge zur Physiologie der Diatomeen, Beitr. zur Biologie d. Pfl 1911, Bd. X, S. 379.

2) Th. MEINHOLD, a. a. O. S. 381.

3) H. KNIEP Besprechung der MEINHOLDchen Arbeit in der Zeitschrift für Botanik 1911, Bd. 3, S. 810.

jenseits 450 $\mu\mu$ absteigende Absorption. Die Auslöschung des Violett rührt also vorwiegend von den gelben Pigmenten her, während das Band VI hauptsächlich durch das Chlorophyll erzeugt wird. Nimmt man also an, daß bei der Assimilation nur die grünen Farbstoffe wirken, so ist die Ähnlichkeit zwischen Absorptions- und Assimilationskurve wieder hergestellt. Dieser Befund spricht aber gleichzeitig dafür, daß MEINHOLD die Lage des Assimilationsmaximums in Blau zum ersten Male richtig und ziemlich genau bestimmt hat. Der betreffende Strahlenbereich kann durch sein Filter von Paramethylblau und Kupfersulfat mit guter Annäherung aus dem gemischten Lichte herausgeschnitten werden, man erhält dann Licht von der Wellenlänge 438—474 $\mu\mu$. Hält man dieses Ergebnis zusammen mit dem von IWANOWSKI, daß das Gemisch der Chlorophylle das Absorptionsmaximum im Blau ungefähr an derselben Stelle bei 450 $\mu\mu$ hat und daß das Band VI bei lebenden Blättern nach MARCHLEWSKI bei 434—450 $\mu\mu$ liegt, so kann man IWANOWSKIs Meinung nur zustimmen, daß ein Zusammenhang zwischen Absorption allein durch die grünen Farbstoffe und Assimilation bestehe.

Zukünftige Untersucher werden dahin streben müssen, das durch Farbfilter gegangene Licht auf gleiche Energie zu bringen und die dadurch bewirkte Kohlensäurezerlegung gasanalytisch zu verfolgen.

Was nun weiter die Rolle der Begleitfarbstoffe anbelangt, so können diese, falls sie bei der Assimilation nicht mitwirken sollten, doch nicht ohne Einfluß auf sie sein. Sie werden vielmehr — wie oben schon angedeutet — bei dickeren Blättern u. ä. gerade *umgekehrt, einen Teil des für die Assimilation an sich wirksamen* Lichtes verschlucken. Dadurch muß im Bereiche der durch die gelben Farbstoffe bewirkten Bänder V und VI die Assimilationsgröße noch stärker hinuntergedrückt werden als wenn Chlorophyll allein vorhanden wäre. Denken wir weiter an solche Pflanzen, die besonders reichlich gelbe und braune Farbstoffe enthalten, wie viele Peridineen, Diatomeen und die Braunalgen, so darf bei diesen das Assimilationsmaximum zwischen F und G kaum mehr erwartet werden. Erst im Grün, das gelbe Farbstoffe durchzulassen pflegen, wären die Bedingungen für lebhaftere Chlorophylltätigkeit gegeben. Dem entsprechen nun die Befunde MEINHOLDs an Diatomeen recht gut, die bei flüchtiger Betrachtung der Auffassung von der ausschließlichen Bedeutung des Chlorophylls für die Assimilation zu widersprechen scheinen. MEINHOLD[1]) fand nämlich das Ver-

1) TH. MEINHOLD, a. a. O.

mehrungsmaximum für Diatomeen auf gleiche Energie umgerechnet zwischen E und F; von F ab aber starkes Fallen. Daß der Gipfel im Blaugrün, den ja auch schon ENGELMANN[1]) gefunden hat, nicht, wie man wohl geglaubt hat, einer besonders starken Absorption des betreffenden Lichtes durch das „Diatomin", sondern gerade der Durchlässigkeit an dieser Stelle zu verdanken ist, ergibt sich am besten aus dem Absorptionsspektrum der betreffenden Farbstoffe. Die Mehrzahl der Forscher[2]) ist wohl der Meinung, daß die gelbbraune Farbe der Diatomeen von einem Gemisch von Chlorophyll mit Caroten und Xanthophyll herrührt. Die beiden letzteren absorbieren das Licht aber erst von jenseits F = 485 $\mu\mu$ ab (Caroten 488—470 u. 456—438, Xanthophyll 480—470 u. 453—437), wo also das Assimilationsmaximum zwischen E u. F schon vorüber ist. Auch wenn man mit MOLISCH[3]) in der lebenden Diatomeenzelle eine einheitliche Farbstoffverbindung annimmt, so kann man gegen die obigen Schlußfolgerungen kaum etwas einwenden, da ja auch im Gesamtmolekül die einzelnen Bestandteile ihre chromophoren Eigenschaften zu behalten pflegen. Dementsprechend fand auch schon ENGELMANN[4]), daß nach dem kurzwelligen Ende des sichtbaren Spektrums hin die Absorption bei Diatomeen dauernd zunimmt, während die Assimilation vom Blaugrün aus sinkt. Er machte hierfür die Energieverteilung im Spektrum verantwortlich. Wie MEINHOLD zeigte, bleibt dieser Mangel an Übereinstimmung aber auch bestehen, wenn die Assimilationswerte überall auf gleiche Energie umgerechnet werden.

Geben die sehr notwendigen neuen Untersuchungen auf diesem Gebiete[5]) den hier ausgesprochenen Vermutungen recht, so muß die ökologische Bedeutung der mannigfaltigen Farbstoffe bei Schizophyceen, Flagellaten, Diatomeen und Algen auf anderem Gebiete gesucht werden als es bisher meist geschah.

---

1) TH. ENGELMANN, Untersuchungen über die quantitativen Beziehungen zwischen Absorption des Lichtes und Assimilation in Pflanzenzellen. Botan. Zeitung 1884, S. 90.

2) F. CZAPEK, Biochemie d. Pflanzen, 2. Aufl., Bd. I, Jena 1913, S. 600—601.

3) H. MOLISCH, Über den braunen Farbstoff der Phaeophyceen und Diatomeen. Bot. Ztg. 1905, Bd. 63, S. 139 ff.

4) TH. ENGELMANN, a. a. O., S. 92—93.

5) So auch CZAPEK, a. a. O., S. 600.

Sitzung vom 29. Oktober 1915.

Vorsitzender: Herr J. BEHRENS.

Der Vorsitzende teilt mit, daß unser langjähriges Mitglied, Herr Geh. Regierungsrat Prof. Dr.

A. Orth

im 81. Lebensjahre am 23. August d. J. verstorben, und daß Herr Oberlehrer Dr.

F. Minder-Brake (Oldenburg)

am 11. Oktober d. J. seiner in der Champagne erlittenen schweren Verwundung erlegen ist.

Die Anwesenden ehren das Andenken an die Verstorbenen durch Erheben von ihren Plätzen.

Als ordentliches Mitglied wird vorgeschlagen Herr

v. Büren, Dr. **Günther**, *Assistent am botanischen Institut der Universität* **Bern** *(durch* ED. FISCHER *und* A. TSCHIRCH*).*

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt Fräulein

Kaufmann, Martha, in **Braunschweig** und die Herren

Naumann, Einar, in **Lund,**

Kuhn, Erik, in **Innsbruck,**

Losch, Dr. **Hermann,** in **Hohenheim.**

Satzungsgemäß fand in dieser Sitzung die Wahl des Berliner Vorstandes und der Kommissionen für das Jahr 1916 statt. Die Wahl erfolgte durch Zettelabstimmung. Die Zählung der Stimmzettel wurde von Herrn TESSENDORF und dem Sekretär vorgenommen.

Ergebnis der Wahl:

Vorsitzender: Herr **R. Kolkwitz.**

Erster Stellverteter: Herr **M. O. Reinhardt.**

Zweiter Stellvertreter: Herr **C. Correns.**

Erster Schriftführer: Herr **P. Claußen.**

Zweiter Schriftführer: Herr **L. Diels.**

Dritter Schriftführer: Herr **E. Baur.**

Schatzmeister: Herr **O. Appel.**

Redaktionskommission: Außer dem Vorsitzenden und den drei Schriftführern die Herren **A. Engler, P. Graebner, H. v. Guttenberg.**

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Generalversammlung die Herren **A. Weiße, Th. Loesener, P. Lindner, E. Gilg, E. Jahn.**

Die Geschäfte der Gesellschaft wird wie bisher Herr **W. Wächter** fortführen.

Herr LINDNER gab am Schluß der Sitzung einige Ergebnisse seiner Untersuchungen über fettspeichernde Pilze bekannt, insbesondere bezülich des *Endomyces vernalis* Ludwig, der den Hauptbestandteil des sog. Milchflusses im Frühjahr blutender Bäume ausmacht und von LUDWIG-Greiz benannt und beschrieben wurde. Die Fettbildung tritt in günstigen Nährlösungen nicht sogleich, sondern erst gegen das Ende der Vermehrung ein und dann fast in allen Zellen, die an der Luft gewachsen. Er ist schnellwüchsig auch bei Zimmertemperatur und von vielseitigem Assimilationsvermögen. Zucker wird von ihm nicht vergoren. Diese Eigenschaften machen ihn besonders geeignet zur Massenzüchtung und zur Fettgewinnung. Auf gewöhnlicher verdünnter Melasse wurden Ernten mit über 40 pCt. Fett in der Trockensubstanz erzielt. In Bottichen läßt er sich nicht vermehren, da seine Zellen sofort an die Oberfläche steigen. Auf dünnen Flüssigkeitsschichten wächst er dagegen ausgezeichnet unter Bildung einer gekröseartigen dicken Haut, die oberflächlich wie mit feinem Mehl bestreut aussieht und sich ganz fettig anfühlt. Geschmacklich erinnert der Pilz an Schmalz oder Sahne, die von ihm ausgebeutete Nährlösung etwas an Molken. Vielleicht ist er identisch mit dem *Oidium pullulans* Lindner. Morphologisch ist der Pilz überaus interessant wegen der Mannigfaltigkeit der Zellform und Zellgröße. Bei ungenügender Zuckerdarbietung bleibt er fettarm.

Mitteilungen.

38. Peter Stark: *Untersuchungen über Kontaktreizbarkeit.*

I. Experimente mit etiolierten Keimlingen.

(*Vorläufige Mitteilung.*)

(Eingegangen am 18. September 1915.)

Daß die Kontaktreizbarkeit im Pflanzenreich nicht auf die Fälle beschränkt ist, wo sie eine nachweisbare ökologische Bedeutung hat, ist schon lange bekannt. Da aber die Empfindlichkeit unter normalen Bedingungen nicht sehr groß ist, so ist man an diesen Erscheinungen gewöhnlich achtlos vorübergegangen. Einige Ausnahmen existieren; ich meine die Untersuchungen STEYERs über die Sporangienträger von *Phycomyces*, die von NEWCOMBE über die Kontaktreizbarkeit der Wurzeln und die neuesten Angaben VAN DER WOLKs und WILSCHKEs über die Berührungsempfindlichkeit der Gramineenkeimlinge. Im folgenden soll nun zu dieser Frage neues Beobachtungsmaterial geliefert werden. Es handelt sich hier aber blos um eine vorläufige Mitteilung, doch hoffe ich bald in der Lage zu sein, ausführlicher über meine Untersuchungen berichten zu können.

Die Arbeit zerfällt in zwei Teile; der erste beschäftigt sich mit dem Verhalten etiolierter Keimlinge und soll den Vorgang der Kontaktkrümmung mehr im einzelnen analysieren. Der zweite Teil dagegen beschäftigt sich mit herangewachsenen Gewächshaus- und Freilandpflanzen und dient hauptsächlich dazu, die Verbreitung der Kontaktreizbarkeit im allgemeinen und ihre verschiedene Abstufung von Pflanzengruppe zu Pflanzengruppe und von Organ zu Organ zu ermitteln.

Die Arbeit wurde im botanischen Institut zu Leipzig ausgeführt und ich möchte an dieser Stelle Herrn Geheimrat PFEFFER und Herrn Privatdozent BUDER für mannigfache Ratschläge und Unterstützungen meinen Dank aussprechen.

Für die Versuche wurden etiolierte Keimlinge verwendet. Die Aufzucht erfolgte unter Pappzylindern im Dunkelzimmer bei einer Temperatur von ca. 22—23 ° und einer Feuchtigkeit von ca. 55 pCt. Daselbst fand auch die Kontaktreizung beim Lichte

einer roten Lampe statt. Zur Reizung wurde, wo nichts anderes angegeben ist, ein ziemlich glattes Korkstäbchen verwendet. Näheres über die Methodik später. Verarbeitet wurden 40 Spezies, teils Monocotyledonen, teils Dicotyledonen, und alle ergaben positive Kontaktkrümmungen, deren Ausmaß allerdings recht verschieden war.

1. Der allgemeine Verlauf der Kontaktkrümmung.

Die Kontaktkrümmung tritt bei den einzelnen Arten zu *recht verschiedenen Zeiten ein. Im allgemeinen zeigen dünn*stenglige Formen derber gebauten gegenüber und schneller wachsende im Vergleich zu langsam wachsenden einen Vorsprung. Bei starker Reizung ist die Reaktionszeit sehr gering; für die meisten Keimlinge ergaben sich Werte von 10—20 Minuten. Einzelne, besonder empfindliche Keimlinge einer Serie beginnen sich aber schon nach kürzerer Zeit zu krümmen, und ich beobachtete wiederholt Exemplare von *Agrostemma Githago*, einem der günstigsten Objekte, bei denen die Krümmung schon nach 1—2 Minuten bemerkbar wurde und dann in makroskopisch erkennbarer Weise fortschritt. Die Krümmung beginnt bei den Dicotyledonenkeimlingen ziemlich nahe an der Spitze und wandert den Stengel herunter, bis sie in der Region des vollendeten Wachstums ausklingt. Mitunter erreicht sie ein solches Ausmaß, daß die Spitze des Keimlings auf dem Boden aufsteht (*Agrostemma, Sinapis*). Bei Keimlingen mit langer Wachstumszone kann eine Strecke von 1 dm und mehr an der Krümmung teilnehmen (*Helianthus, Ricinus*). Besondere Verhältnisse zeigen die Gramineen. Hier ist der Krümmungsverlauf von der Lage der maximalen Wachstumszone abhängig. Bei *Panicum* z. B. erfolgt die erste und stärkste Krümmung an der Spitze des Hypokotyls und schreitet von hier aus basalwärts fort, während die Koleoptile fast gerade bleibt. Bei *Avena* dagegen setzt die Krümmung in der Koleoptile ein, aber nicht an der Spitze, wie beim Heliotropismus und Geotropismus, sondern ca. 1 cm tiefer, dort, wo das stärkste Wachstum stattfindet. Eine vermittelnde Stellung nimmt *Zea* ein. Bei allen Keimlingen erfolgt nach einer bestimmten Zeit, und zwar bei einer jeden Spezies in einer bestimmten Phase des Krümmungsverlaufs eine Gegenreaktion, die häufig zu negativen Krümmungen führt. Bei manchen Objekten kann ein Pendeln um die normale geotropische Ruhelage stattfinden.

2. Einfluß der Reizgröße auf den Krümmungsverlauf.

Zwischen dem Krümmungsverlauf und der Reizgröße bestehen *folgende Beziehungen:*

1. Je stärker der Reiz ist, desto stärker fällt auch die Krümmung aus. Dies gilt allerdings nur bis zu einer gewissen oberen Grenze, die dadurch bestimmt ist, daß hier Abstumpfung und Überreizung eintritt (WEBERsches Gesetz!).

2. Je stärker der Reiz ist, desto größer ist die Zahl der reagierenden Keimlinge.

3. Je stärker der Reiz ist, desto kürzer ist die Reaktionszeit.

Die beiden letzten Punkte sind aus Tab. I und II zu ersehen. Tab. I gibt das Verhalten von *Papaver somniferum* wieder. Aus

Tab. I. (*Papaver somniferum.*)

Streichzahl	Zahl der Indiv.	Es haben reagiert nach				
		20 Min.	40 Min.	60 Min.	80 Min.	100 Min.
20	20	75 %	91 %	91 %	91 %	91 %
10	38	58 „	82 „	84 „	84 „	84 „
5	35	28 „	46 „	52 „	52 „	52 „
1	40	20 „	28 „	35 „	38 „	40 „

Tab. II. (*Agrostemma Githago.*)

Streichzahl	Zahl der Indiv.	Es haben reagiert nach				
		20 Min.	40 Min.	60 Min.	80 Min.	100 Min.
100	37	73 %	89 %	95 %	100 %	100 %
50	27	74 „	89 „	93 „	100 „	100 „
20	30	70 „	93 „	93 „	100 „	100 „
10	33	36 „	79 „	93 „	97 „	97 „
1	40	25 „	60 „	70 „	70 „	70 „

der letzten Vertikalspalte ist zu ersehen, daß mit abnehmender Reizstärke die Zahl der überhaupt reagierenden Keimlinge von 91 pCt. auf 40 pCt. herabsinkt. Gleichzeitig wird die Reaktionszeit mehr und mehr verlängert. Während bei 20maligem Streichen nach 20 Minuten $^3/_4$ aller Keimlinge reagiert haben, erweisen sich bei einmaligem Streichen nach derselben Zeit nur 50 pCt. all derer, die überhaupt noch auf einen so leisen Berührungszweig antworten, als gekrümmt. Auffallend ist auch, wie bei schwacher Reizung die Reaktionszeitenkurve breit auseinandergezogen ist, während bei starker Reizung die Krümmungen sich innerhalb einer ganz kurzen Zeitspanne folgen.

Entsprechende Verschiedenheiten inbezug auf die Reaktionszeiten ergeben sich auch für *Agrostemma* bei 1—20maligem Streichen (Tab. II). Erhöht man dagegen die Streichzahl auf 50 oder 100, dann finden keine nennenswerten Änderungen im Krümmungsverlauf statt. Die 3 obersten Zeilen der Tabelle II zeigen eine auffallende Übereinstimmung. Dies besagt wiederum (vgl. Punkt 1), daß ein weiterer Reizzuwachs wirkungslos ist, wenn eine bestimmte Reizgröße überschritten wird.

Die beiden Beispiele sind beliebig herausgegriffen; ich fand ein analoges Verhalten bei *Avena sativa, Bidens tripartita, Helianthus annuus, Hordeum vulgare, Linum sativum, Panicum miliaceum, Phaseolus multiflorus, Ph. vulgaris, Ricinus communis, Silene dichotoma, Silybum Marianum, Vaccaria parviflora, Vicia sativa* u. a.

3. Reizung gegenüberliegender Flanken.

Um zu ermitteln, wie weit das Webersche Gesetz für die Kontaktreizbarkeit Gültigkeit hat, wurden Keimlinge von *Panicum miliaceum* auf 2 entgegengesetzten Flanken mit verschiedenen Intensitäten gereizt. Allerdings besteht hier die Schwierigkeit, daß sich die Reizgröße natürlich nicht mathematisch formulieren läßt, und daß die Dosierung nicht absolut genau sein kann; es hat sich aber gezeigt, daß man durch Übung bald soweit kommen kann, daß das Streichen ganz regelmäßig wird, und wenn man stets eine Serie von Keimlingen berücksichtigt, dann gleichen sich die Fehler aus.

Die Versuche zerfallen in 2 Gruppen. Bei der ersten wurde der absolute Unterschied der Streichzahl gleich gewählt, bei der zweiten der relative. Die Resultate sind in den beiden foldenden Tabellen enthalten.

Tab. III. (Absoluter Unterschied gleich.)

Absol. Untersch. = 1				Absol. Untersch. = 5				Absol. Untersch. = 10			
Streichzahl	Zahl d. Indiv.	es reagieren	dasselbe in %	Streichzahl	Zahl d. Indiv.	es reagieren	dasselbe in %	Streichzahl	Zahl d. Indiv.	es reagieren	dasselbe in %
1:0	40	31	78	5:0	37	34	92	10:0	48	43	90
2:1	20	11	55	10:5	30	16	53	20:10	17	10	59
5:4	44	15	84	20:15	16	5	31	50:40	15	5	33
10:9	67	21	31	50:45	16	1 (?)	(6)	100:90	17	0	0
20:19	14	0	0	100:95	16	0	0				

Tab. IV. (Relativer Unterschied gleich.)

Relat. Untersch. 5 : 1				Relat. Untersch. 2 : 1				Relat. Untersch. 5 : 4			
Streichzahl	Zahl d. Indiv.	es reagieren	dasselbe in %	Streichzahl	Zahl d. Indiv.	es reagieren	dasselbe in %	Streichzahl	Zahl d. Indiv.	es reagieren	dasselbe in %
5 : 1	15	12	80	2 : 1	20	11	55	5 : 4	44	15	34
10 : 2	28	20	71	10 : 5	30	15	50	10 : 8	17	5	30
20 : 4	27	20	74	20 : 10	17	10	59	20 : 16	28	8	29
50 : 10	14	10	81	50 : 25	14	8	57	50 : 40	15	5	33
100 : 20	13	11	85	100 : 50	15	3	20	100 : 80	15	(1 ?)	(7)

Eine nähere Diskussion der Resultate ist kaum nötig. Es zeigt sich, daß dieselbe absolute Reizdifferenz um so wirkungsloser wird, je größer die Streichzahl ist, und daß für den Eintritt *der Krümmung der relative Unterschied* maßgebend ist, allerdings nur bis zu einer bestimmten Grenze. Werden nämlich beide Flanken sehr stark gereizt (100 : 90, 100 : 95), dann tritt keine Krümmung mehr ein. Aus Tab. IV folgt weiterhin, daß ein relativer Unterschied von 5 : 4 noch von einem Drittel der Keimlinge mit einer Reaktion beantwortet wird und sogar ein Verhältnis von 10 : 9 löst noch Krümmungen aus (vgl. Tab. III, 1; die Zahl der Reagierenden ist recht hoch ausgefallen und fügt sich schlecht in die Stufenfolge). Die Unterschiedsempfindlichkeit ist also sehr groß.

4. Lokalisierte Reizung bei Dicotyledonenkeimlingen.

Die Versuche mit lokalisierter Reizung hatten einen doppelten Zweck. Sie sollten Aufschluß geben über die Verteilung der Sensibilität und gleichzeitig auch über den Ablauf der Reizleitungsprozesse. Als Hauptuntersuchungsobjekt diente *Agrostemma Githago*. Es zeigte sich, daß Keimstengel von 2—3 cm Höhe auf ganzer Länge den Reiz zu perzipieren vermögen, doch ist die Zahl der auftretenden Krümmungen um so geringer, je tiefer liegende Regionen gereizt werden. Wird die maximale Wachstumsregion an der Stengelspitze gereizt, dann tritt die Reaktion ebenso rasch ein, wie wenn Totalreizung des Stengels stattgefunden hätte, und auch das ganze Krümmungsbild ist wenig verschieden, da die Krümmung bei den meisten Individuen über die Zone der Reizung hinausgreifend 1—2 cm basalwärts wandert. Reizt man die Stengelbasis, dann tritt die Reaktion meistens mit wahrnehmbarer Verspätung ein, und im Verlaufe der Krümmung zeigen die einzelnen Keimlinge ein recht verschiedenes Verhalten. Bei den einen krümmt sich zuerst die Basis und die Reaktion breitet sich all-

mählich nach oben aus, bei den andern läßt sich der Eintritt der Krümmung nicht genau lokalisieren, nach einer bestimmten Zeit erscheint der ganze Stengel diffus gekrümmt und diese Krümmung wird nun langsam verstärkt, bei der Mehrzahl der Versuchspflanzen endlich tritt die erste sichtbare Krümmung an der Stengelspitze ein und dringt von hier aus nach der langsamer wachsenden Stengelbasis vor. Den letzten Modus zeigt vor allem älteres Material (3—5 cm), und hier kann es vorkommen, daß die gereizte Zone überhaupt nicht mehr an der Krümmung teilnimmt.

Wir können aus diesen Tatsachen schließen, daß eine Reizleitung ebensowohl in basaler als in akropetaler Richtung stattfindet, und daß die Fortpflanzung des Kontaktreizes ergiebiger ist als bei den Ranken. Hierfür liefert besonders *Helianthus annuus* schöne Belege, bei der die Leitung nach beiden Richtungen noch größere Strecken umfassen kann.

Basipetale Leitung fand ich ferner bei *Beta vulgaris, Linum usitatissimum, Lupinus albus, Phaseolus multiflorus* und *Vaccaria parviflora*, akropetale bei *Lupinus albus* und *Vaccaria parviflora*.

Versuche mit älterem Keimlingsmaterial von *Vicia Faba* und *Phaseolus multiflorus* ergaben ferner, daß der Reiz auch über die Internodiengrenzen fortgepflanzt werden kann, sowohl von oben nach unten als auch in umgekehrter Richtung.

Ein Beispiel für schlechte Leitung ist *Brassica Napus*. Die Krümmung bleibt im allgemeinen auf die Reizstelle beschränkt, und wenn daher bloß die Basis lokal gereizt wird, dann wird die höhere Stengelregion rein passiv übergebogen, wobei der Stengel einen ziemlich scharfen Knick zeigen kann.

5. Lokalisierte Reizung bei Gramineenkeimlingen.

Die Gramineenkeimlinge erheischen ihres abweichenden Verhaltens wegen eine besondere Behandlung. Die Ergebnisse WILSCHKEs konnte ich größtenteils bestätigen. Ein bestimmtes Schema für die ganze Gruppe läßt sich nicht aufstellen. Wir haben vielmehr verschiedene Typen zu unterscheiden, die allerdings durch Übergänge miteinander verbunden sind. Den einen Typus vertritt *Avena sativa*. Das Hypokotyl ist nur schwach reizbar und die Koleoptilenspitze nahezu unempfindlich. Bei lokaler Spitzenreizung fand ich zwar im Gegensatz zu WILSCHKE stets einige Keimlinge gekrümmt, aber es handelte sich meist um leichte Deformationen in der Nähe des Vegetationspunktes; und auch darin besteht ein Unterschied zu den Angaben des genannten Autors, daß bei lokaler Reizung der Koleoptilenbasis sogar etwas

mehr Krümmungen erzielt wurden, als bei einer Reizung der etwa 1 cm unter der Spitze gelegenen maximalen Wachstumsregion. Dieses Verhalten ist bei *Triticum vulgare* und *Hordeum vulgare* noch verstärkt. Die Zahlen bei *Avena* bedürfen übrigens noch einer Kontrolle, da offenbar die Werte bei totaler Reizung der Koleoptile etwas zu niedrig ausgefallen sind. Die Ergebnisse meiner Versuche, die mit Serien von ca. 20 Pflanzen ausgeführt wurden, sind in Tab. V enthalten. Die Keimlinge von *Avena* wurden 50mal, die übrigen 20mal gestrichen. Die Reagierenden sind in Prozent angegeben.

Tab. V.

	Hypokotyl total	Koleoptile total	Koleoptile Spitze (4 mm)	Kol., maxim. Wachstumszone (4 mm)	Kol., Basis (4 mm)
Avena sativa	45	70	11	61	77
Triticum vulgare	—	100	16	74	94
Secale cereale	—	100	28	81	—
Hordeum vulgare	—	67	26	46	62

Den zweiten Typus repräsentiert *Panicum miliaceum*. Hier ist das Hypokotyl und zwar im oberen Teil maximal empfindlich, während eine Reizung der Koleoptile nur von geringem Erfolg begleitet ist. Die Resultate, wiederum in Prozenten, sind aus Tab. VI zu ersehen. *Sorghum* wurde 20mal gestrichen, die übrigen Versuchspflanzen 50mal.

Tab. VI.

	Keimling total	Koleoptile total	Hypokotyl total	Hypokotyl Spitze (3 mm)	Hypokotyl Basis (3 mm)
Panicum miliaceum	94	14	90	92	12
Setaria	100	0	100	—	—
Phalaris canariensis	100	20	93	—	—
Sorghum vulgare	100	41	100	100	18
Zea Mays	93	28	73	—	—

Ein Vergleich der beiden Tabellen zeigt, daß beim einen Typus die Koleoptile exklusive der oberen Spitzenregion, beim andern das Hypokotyl die größte Sensibilität oder sagen wir vorsichtiger die größte Reaktionsfähigkeit besitzt. Ferner ist hervorzuheben, daß Reizleitungsprozesse meist nur eine sehr untergeordnete Rolle spielen. Reizt man zum Beispiel das Hypokotyl von *Avena* lokal, dann bleibt die Reaktion auf die gereizte Zone beschränkt; es entsteht eine sehr scharfe Ecke mit einem Winkel von ca. 45°. Eine Fortpflanzung des Reizes über die Grenze von

Hypokotyl und Koleoptile wurde in ausgeprägter Form nur bei *Zea Mays* beobachtet. Streicht man hier das Hypokotyl auf der einen Seite und die Koleoptile auf der andern, so bleibt in der Koleoptile die Reaktion auf die Spitze beschränkt und der untere Teil krümmt sich in demselben Sinne wie das Hypokotyl oder bleibt gerade. Daraus geht hervor, daß die fortgeleitete Reizung den Sieg über die direkte davontragen kann.

6. Reizung mit Gelatine und Wasserstrahl.

Schon VAN DER WOLK fand, daß *Avena*keimlinge im Gegensatz zu Ranken auch dann reagieren, wenn sie mit feuchter Gelatine gereizt werden. Ich habe diese Versuche mit demselben Erfolg nachgemacht und konnte dieselbe Reaktionsweise für alle Keimlinge, die daraufhin untersucht wurden, feststellen; darunter befanden sich verschiedene, deren Epidermis keinerlei Haarbildungen oder sonstige Emporwölbungen zeigten. Es war also die Oberfläche keineswegs dazu angetan, eine gleichmäßige Reizung in eine von Punkt zu Punkt der Intensität nach wechselnde umzusetzen. Die eintretenden Krümmungen sind aber nicht sehr stark, und sie erscheinen wesentlich später, als wenn gleich oft mit Kork gereizt wurde. Dafür liefert die folgende Tabelle einige Belege.

Tab. VII.

Versuchspflanze	Streichzahl	Art der Reizung	Zahl der Indiv.	Es reagierten (in Prozent) nach					
				20'	40'	60'	80'	100'	120'
Agrostemma Githago	1	Kork	40	25	60	70	70	70	70
" "	1	Gelat.	31	3	9	19	48	52	52
Brassica Napus	5	Kork	22	91	95	95	95	95	95
" "	5	Gelat.	16	6	13	25	25	31	31
Triticum vulgare	10	Kork	22	36	55	68	68	68	68
" "	10	Gelat.	11	9	27	36	45	45	45
Papaver somniferum	10	Kork	38	58	82	84	84	84	84
" "	10	Gelat.	28	0	14	18	21	21	21
Linum usitatissimum	20	Kork	11	82	100	100	100	100	100
" "	20	Gelat.	13	0	8	31	31	39	39

Aus der Tabelle ist zu ersehen, daß sogar ein 1—5maliges Streichen mit Gelatinestäbchen von Erfolg begleitet ist; aber stets ist die Zahl der Reagierenden wesentlich kleiner als bei den Parallelserien mit Korkstäbchen.

Der Ausfall dieser Versuche, die durchweg mit geklärter, sorgfältig feucht gehaltener Gelatine ausgeführt wurden, legt sofort den Gedanken nahe, die Wirksamkeit eines feinen Wasserstrahls

zu ermitteln. Negativ verliefen die Experimente mit *Panicum miliaceum*, *Sorghum vulgare* und *Helianthus annuus*, während außer der in Tabelle VII angeführten Arten auch noch *Vaccaria parviflora* positive Krümmungen ergab. Die Höhe der Wassersäule, die den Druck ausübte, war 10—25 cm, der Durchmesser des Wasserstrahls 0,5 mm.

Tab. VIII.

Versuchspflanze	Art der Reizung	Zahl der Indiv.	Es reagierten (in Prozent) nach						
			20′	40′	60′	80′	100′	120′	180′
Cannabis sativa	Wasserstr. 20″	22	9	23	45	55	64	68	68
" "	Kork 10mal	13	69	100	100	100	100	100	100
Brassica Napus	Wasserstr. 30″	14	0	7	14	21	21	21	21
" "	Kork 1mal	13	62	85	85	85	85	85	85
Agrostemma Githago	Wasserstr. 60″	36	3	17	31	44	56	67	69
" "	Kork 1mal	40	25	60	70	70	70	70	70
Linum usitatissimum	Wasserstr. 60″	26	12	38	46	46	54	54	58
" "	Kork 5mal	13	38	54	69	69	69	69	69

Ein Vergleich der Parallelserien in dieser Tabelle führt zu wichtigen Ergebnissen. Lasse ich einen Wasserstrahl $^1/_2$ Minute auf *Brassica*keimlinge einwirken, dann reagiert nur der vierte Teil von denen, die ein einmaliges leichtes Streichen durch Kork mit einer Krümmung beantworten. Und doch ist die Energie, die im ersten Fall auf die Pflanze wirkt, vielmals größer als die, welche im zweiten Fall aufgewendet wird. Wenn daher auch die Keimlinge in ihrem Verhalten von den Ranken abweichen, so ist doch die Sensibilität für eine gleichmäßige Reizung viel geringer als für einen „Kitzelreiz", bei dem auf benachbarte Punkte ein verschiedener Druck ausgeübt wird.

7. Versuche mit dekapitierten Keimlingen.

Die Versuche mit dekapitierten Keimlingen zerfallen in zwei Reihen. Bei der ersten wurde zunächst die Spitze abgeschnitten — je nachdem 0,5—1,5 cm — und dann der ganze Stumpf gereizt. Diese Operation bewirkte, daß bei den Dikotyledonenkeimlingen viel weniger reagierten, als wenn der ganze unversehrte Keimstengel gereizt worden wäre. Ein solcher Unterschied ist bei den Gramineenkeimlingen selten zu verzeichnen, es kommen sogar Fälle vor, wo die dekapitierten Pflanzen bessere Resultate geben. Diese Tatsache findet darin ihre Erklärung, daß, wie wir oben gesehen haben, bei den Gräsern die maximale Berührungsempfindlichkeit gar nicht auf die Spitze lokalisiert ist; wohl aber gilt

dies von der geotropischen Reizbarkeit, und so mag es kommen, daß Keimlinge, die ihrer Spitze beraubt und daher den entgegenwirkenden Tendenzen des Geotropismus nicht so sehr unterworfen sind, mitunter mehr Krümmungen aufweisen. Die folgende Tabelle enthält für das Angeführte einige Belege.

Tab. IX.

Versuchspflanze	Streichzahl		Zahl der Indiv.	Es reagierten (in Prozent) nach					
				20'	40'	60'	80'	100'	120'
Agrostemma Githago	1	dekapit.	30	17	33	40	40	40	40
„ „	1	nicht dek.	40	25	60	70	70	70	70
Vaccaria parviflora	50	dekapit.	14	0	14	36	64	71	.71
„ „	50	nicht dek.	13	38	85	100	100	100	100
Sinapis alba	50	dekapit.	28	7	32	46	64	57	57
„ „	50	nicht dek.	8	75	100	100	100	100	100
Avena sativa	1	dekapit.	30	40	50	50	50	53	53
„ „	1	nicht dek.	41	15	37	44	44	44	44
Hordeum vulgare	1	dekapit.	28	18	32	39	43	43	43
„ „	1	nicht dek.	27	4	22	37	44	48	52
Triticum vulgare	1	dekapit	9	56	67	67	67	67	67
„ „	1	nicht dek.	22	45	64	73	73	73	73

Bei der zweiten Versuchsreihe wurden die obersten 2 mm lokal gereizt und dann nach Ablauf einer Minute ein Spitzenstück von wechselnder Länge abgeschnitten. Experimente mit *Agrostemma*, *Vaccaria* und *Cannabis* ergaben noch schöne Reaktionen, wenn ein 10 mm langes Stück entfernt wurde, dagegen wurden bei 20 mm die Krümmungen spärlich und zweifelhaft. *Helianthus* ergab — vielleicht infolge von Wundchok — negative Resultate. Die positiven Befunde aber beweisen, daß in der Zeit von einer Minute der Reiz über die 1 cm lange Strecke geleitet wurde, und daß eine Reaktion auch dann eintreten kann, wenn die Perzeptionszone entfernt worden ist.

8. Die Kontaktreizbarkeit der Wurzeln.

Die Kontaktreizbarkeit der Keimwurzeln wurde nur flüchtig untersucht, da hierüber die ausführliche, sorgfältige Arbeit von NEWCOMBE existiert, der bei einer Reihe von Pflanzen schwache positive Krümmungen feststellte. NEWCOMBE stellte durch Anlegen von Glasstäben, Reiterchen etc. dauernden Kontakt her, während in meinen Versuchen durch Streichen mit Glasstäben, Pinsel etc. ein vorübergehender Kitzelreiz ausgeübt wurde. Wenn diese Experimente bisher fast durchweg negativ verlaufen sind, so liegt

dies doch wohl nicht an einer mangelnden Sensibilität, sondern ist dadurch zu erklären, daß die Wurzeln häufig unkontrollierbare Krümmungen ausführen, daß ferner — sei es, daß die Wurzeln unter Wasser, sei es, daß sie im dampfgesättigten Raum gehalten werden — stets abnorme Bedingungen herrschen, welche die Empfindlichkeit herabsetzen, und daß schließlich bei zu starker Reizung sehr häufig negative, traumatotropische Krümmungen auftraten. Immerhin ist es mir geglückt, bei einem Objekte — den ersten Nebenwurzeln von *Phaseolus multiflorus* — schöne, einwandfreie Kontaktkrümmungen festzustellen.

9. Schluß.

Es wird sich lohnen, zum Schlusse die Kontaktkrümmungen etiolierter Keimlinge mit denen von Ranken zu vergleichen. Begreiflicherweise ist bei diesen die Empfindlichkeit wesentlich größer, doch gibt es auch zahlreiche Arten von Keimlingen, die schon bei einer einmaligen leichten Berührung eine schwache Krümmung ausführen. Die Reaktionszeiten der Keimlinge sind länger als die der meisten Ranken, kürzer dagegen als die der Blattkletterer; bei starker Reizung erhält man in der Mehrzahl der Fälle Werte von 10—20 Minuten. Hinsichtlich des allgemeinen Krümmungsverlaufs stimmen die Keimlinge — soweit nicht, wie bei den Gramineen besondere Wachstumsverhältnisse vorliegen, mit den Ranken überein, ebenso auch darin, daß die Empfindlichkeit bis zu einem gewissen Alter zu- und dann wieder abnimmt. Ferner hat für beide das WEBERsche Gesetz Gültigkeit. Dagegen liegt ein Differenzpunkt darin, daß bei den Keimlingen viel ausgedehntere Reizleitungen sowohl in akro- als auch in basipetaler Richtung vorkommen. Der Kontaktreiz kann von der ausgewachsenen Zone mehrere Zentimeter nach oben fortgepflanzt werden, während die Perzeptionszone gar nicht an der Krümmung teilnimmt. Der wichtigste Unterschied zwischen Ranken und Keimlingen ist aber der, daß bei diesen auch Krümmungen mit Gelatine und Wasserstrahl erzielt werden können. Dadurch nehmen die Keimlinge eine vermittelnde Stellung ein zwischen den Ranken und den seismonastischen Pflanzen, und es ergaben sich dadurch auch Beziehungen zwischen Kontaktreizbarkeit und Rheotropismus. Für einen solchen Zusammenhang ist schon NEWCOMBE eingetreten und zwar von ganz anderer Grundlage aus. Es wäre daher wünschenswert, wenn auch für Keimsprosse rheotropische Erscheinungen nachgewiesen werden könnten. Versuche darüber sind im Gang aber noch nicht spruchreif.

Zitierte Literatur.

NEWCOMBE: Thigmotropism of terrestrial roots. Beih. z. bot. Centralblatt, *17. 1904.*

WILSCHKE: Über die Verteilung der phototropischen Sensibilität in Gramineenkeimlingen und deren Empfindlichkeit für Kontaktreize. Sitzber. d. K. Ak. d. Wiss. in Wien. Math.-naturw. Kl. Bd. 122, Abtlg. I. 1913.

VAN DER WOLK: Investigation of the transmission of light stimuli in the seedlings of Avena. Kon. Ak. van Wetenschap. te Amsterd. 1911.

II. Experimente mit älteren Gewächshaus- und Freilandpflanzen.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 23. Oktober 1915.)

Die Experimente wurden z. T. in den Gewächshäusern, z. T. im *botanischen Garten von Leipzig ausgeführt. Die Kontaktreizung* erfolgte, wo nichts anderes angegeben ist, derart, daß der betreffende Pflanzenteil mit einem nicht zu rauhen Holzstäbchen 50mal leicht hin und her gestrichen wurde. Jeder Versuch wurde mit etwa 10 Individuen oder 10 gleichwertigen Organen eines einzelnen Individuums angestellt, und bei Objekten, die zu Nutationskrümmungen neigten, wurden gleichzeitig blinde Parallelversuche gemacht. Wenn die hier beobachteten Kontaktkrümmungen in der Mehrzahl der Fälle nicht so stark ausfielen als bei den etiolierten Keimlingen, und wenn meistens auch nur der kleinere Teil einer Serie reagierte, so liegt dies an verschiedenen Umständen. Die *durch die Verdunkelung erzielte Wachstumsbeschleunigung fiel* weg, die gereizten Organe waren im Durchschnitt wesentlich dicker, die Temperatur, bei der die Experimente angestellt wurden, betrug *mitunter blos 10 ° C, und zu all diesen hemmenden* Faktoren gesellte sich noch der Umstand, daß die allgemeinen Lebensbedingungen in dem sehr trockenen Sommer 1915 sehr ungünstig waren. Die Untersuchungen, welche die allgemeine Verbreitung der Kontaktreizbarkeit aufdecken sollten, erstreckten sich zum *allergrößten Teil auf Phanerogamen; daneben wurden auch* einige Gefäßkryptogamen in den Kreis der Betrachtung gezogen. Es besteht aber gar kein Zweifel, daß auch die niederen Kryptogamen dieselben Erscheinungen aufweisen.

1. Nichtkletternde Blütenpflanzen.

Es gelangten über 100 verschiedene Phanerogamenspezies zur Untersuchung, die absichtlich aus möglichst zahlreichen Ordnungen

herausgelesen wurden. Die Reizung erstreckte sich auf Laubsproßaxen, Infloreszenzaxen, Blatt- und Blütenstiele. Etwa bei einem Drittel aller Experimente erhielt ich positive Resultate. Aber es bedurfte dazu einer wesentlich stärkeren Reizung als bei den Keimlingen, und auch darin bestand ein Unterschied, daß die Krümmungen viel später eintraten und ein viel schwächeres Ausmaß erreichten. Während bei den etiolierten Keimlingen die Reaktionszeit bei starker Reizung meist zwischen 10 und 20 Minuten liegt, erhalten wir hier fast ausschließlich Werte von einigen Stunden. Hier nur einige Beispiele: die Blattstiele von *Oxalis latifolia* reagieren nach ca. 2 Stunden, junge Sprosse von *Syringa vulgaris* (Schößlinge), und Blattstile von *Heuchera caulescens* nach 3 Stunden, die Blattstiele von *Apium graveolens* und die Laubsprosse von *Achimenes longiflora* nach ca. 4 Stunden; die Infloreszenzaxen von *Pelargonium zonale* und *Silphium Hornemanni* nach ca. 5 Stunden, die Laubsprosse von *Sinningia tubiflora* und die Blütenstile von *Oxalis stricta* nach 6 Stunden. Noch längere Reaktionszeiten besitzen die Infloreszenzaxen von *Armeria vulgaris* und die Laubsprosse von *Plectranthus glaucocalyx.* Nur bei besonders empfindlichen Objekten, wie z. B. den Blattstielen von *Heuchera caulescens*, wird eine Ablenkung von 20—30 ° erzielt.

Entsprechend nun wie bei den Keimlingen ist auch hier der Ausfall der Krümmung von der Beschaffenheit des Objekts abhängig. Derb gebaute Arten und langsam wachsende geben schlechtere Reaktionen als zierliche, raschwüchsige. Am auffälligsten aber ist die Beziehung zwischen Oberflächenbeschaffenheit und Kontaktempfindlichkeit. Es sind vorwiegend die behaarten Objekte, die Krümmungen ergeben. Dies ist aus der folgenden Tabelle zu ersehen, in der die Resultate meiner Versuche zusammengestellt sind.

Tab. I.

Gereiztes Organ	Zahl der untersuchten Spezies	Es haben nicht reagiert			Es haben reagiert			
		glatte Spezies	behaarte Spezies	insgesamt	glatte Spezies	behaarte Spezies	insgesamt	dasselbe in %
Blattstil	63	19	24	43	3	17	20	32 %
Laubsproßaxe	32	7	15	22	0	10	10	31 %
Infloreszenzaxe	33	12	8	20	5	8	13	39 %
Blütenstil	32	11	15	26	0	6	6	19 %
	160	49	62	111	8	41	49	31 %

Die Tabelle zeigt, daß die aufgestellte Regel für alle Organe gilt. Bei den Laubsprossen und Blütenstielen sind sogar bei unbehaarten Arten überhaupt keine Krümmungen aufgetreten. Und da nicht anzunehmen ist, daß die Reaktionsfähigkeit bei behaarten und glatten Objekten verschieden ist, so kann man folgern, daß *durch die Haare der Reiz verstärkt und damit die Sensibilität erhöht* wird.

In den meisten Fällen bleibt die Reizreaktion auf die gereizte Stelle beschränkt. Wird z. B. bei *Apium graveolens* nur die untere Hälfte des Blattstiels bis zur Ansatzstelle der tiefsten Fiederchen gereizt, dann entsteht hier ein deutlicher Knick, die Basis krümmt sich und der obere Teil bleibt gerade. Im Gegensatz dazu wurden bei einzelnen Sprossen, z. B. denen von *Syringa vulgaris*, *Achimenes longiflora* und *Plectranthus glaucocalyx* Reizleitungen beobachtet, die auch die Internodiengrenzen überschritten und im besten Fall 3 cm betrugen.

Versuche mit Gelatinestäbchen waren bei den stark behaarten Blattstielen von *Heuchera caulescens* und *Lupinus albus* von Erfolg gekrönt, aber auch bei den glatten, ziemlich derben Köpfchenstielen von *Silphium Hornemanni* traten unzweideutige Krümmungen auf.

2. Schlingpflanzen.

Die Frage, ob bei dem Zustandekommen der Windungen der Schlingpflanzen die Kontaktreizbarkeit beteiligt ist, spielt in der Botanik seit dem Erscheinen der beiden Arbeiten von PALM und V. MOHL (1827) eine große Rolle. Ständig ging der Streit der Meinungen hin und her. Ich will auf die Argumente und Experimente für und wider, die von beiden Seiten vorgebracht wurden, an dieser Stelle nicht näher eingehen, sondern ich bemerke nur, daß wohl die Mehrzahl der Forscher gegenwärtig nicht blos die Bedeutung der Kontaktreizbarkeit für das Windeproblem bestreitet, sondern auch soweit geht, den Schlingpflanzen Berührungsempfindlichkeit überhaupt abzusprechen, wobei nur einige besondere Formen wie *Lophospermum* und *Cuscuta* ausgenommen werden. Dies ist aber schon nach den oben mitgeteilten Erfahrungen unwahrscheinlich, und tatsächlich haben meine Versuche mit Schlingpflanzen, die ja den nichtkletternden Pflanzen gewöhnlich durch ihr schnelles Wachstum überlegen sind, viel zahlreichere und ausgeprägtere Kontaktkrümmungen ergeben. Daß diese bisher meist übersehen worden sind, liegt wohl daran, daß viele Forscher nur mit einer einzelnen Spezies arbeiteten, und daß das Reaktionsbild durch die ausgeprägten störenden Nutationen stark notleidet. So gelang es

auch mir bei manchen Arten nicht, zu sicheren Ergebnissen zu gelangen, aber diese zweifelhaften Formen zusammen mit denen, die überhaupt nicht reagierten, bilden noch nicht die Hälfte aller untersuchten. Schöne Reaktionen erhielt ich mit den Sprossen von *Humulus Lupulus*, *Lyonsia straminea*, *Menispermum canadense* und *Phaseolus multiflorus*, nicht so auffällige bei *Adhadota cydoniaefolia*, *Apios tuberosa*, *Convolvulus pubescens*, *Dioscorea villosa*, *Hoya carnosa* und *Lonicera sempervirens*. Negativ oder zweifelhaft fielen die Experimente mit *Akebia quinata*, *Ceropegia africana*, *Celastrus scandens*, *Convolvulus tricolor*, *Ipomoea purpurea*, *Micania scandens*, *Periploca graeca*, *Tecoma jasminoides* und *Wistoria polystachya* aus. Bei *Humulus Lupulus* gelang es, durch starke Reizung den Sproß zum Abbiegen von der Stütze zu veranlassen.

Will man den störenden Einfluß der Nutationen ausschalten, so empfiehlt es sich, mit jüngerem Material zu arbeiten, das noch wenig Internodien besitzt und meist sehr gering nutiert. Solche Individuen wurden für die Versuche mit *Apios tuberosa*, *Menispermum canadense* und *Phaseolus multiflorus* verwendet. Bei einem Versuch mit dieser letzten Pflanze trat bei 8 Individuen von 10 eine Kontaktkrümmung ein; sie war bei allen noch nach 2 Tagen erkennbar und erwies sich bei 4 Versuchspflanzen nach 8 Tagen als dauernd fixiert.

Eine Ergänzung erfahren diese Versuchsreihen durch Kontaktreizung von Blattstielen. Von 11 Arten ergaben nicht weniger als 7 sichere Krümmungen, darunter solche, bei denen ein Streichen des Sprosses ergebnislos verlaufen war (*Akebia quinata*, *Ipomoea purpurea* und *Wistoria polystachya*).

Nach alledem können wir die Behauptung aussprechen, daß die Schlingpflanzen der Mehrzahl nach kontaktreizbar sind, und zwar reizbarer als die zuvor behandelte Gruppe; und diese Sensibilität wird wohl im Verein mit den übrigen Faktoren bei dem Zustandekommen der Windungen mitwirken. Da aber die Berührungsempfindlichkeit nach dem Ausfall der Reaktionen zu schließen nicht sehr erheblich ist, so darf ihre ökologische Bedeutung nicht überschätzt werden.

3. Rankenpflanzen.

Die Rankenpflanzen sind Gewächse, bei denen es zur Ausbildung besonderer, hochempfindlicher Greiforgane gekommen ist. Bleibt nun, so können wir uns fragen, die Sensibilität auf die Ranken beschränkt, oder verfügen auch die übrigen Organe über eine gewisse Kontaktempfindlichkeit? Leider stand mir infolge

des ungünstigen Sommers nicht genügend Material zur Verfügung, um diese Frage im großen Stile zu beantworten. Aber auch der kleine Artenkreis genügte, um zu allgemeinen Folgerungen zu gelangen. Nur etwa bei der Hälfte der untersuchten Objekte konnte eine Berührungsempfindlichkeit bei Blättern, Sprossen und Infloreszenzaxen festgestellt werden und zwar ergab sich hierbei als Regel, daß sich die verschiedenen Organe gleichmäßig verhalten. So erwiesen sich beispielsweise bei *Passiflora coerulea*, *P. gracilis*, *Thladiantha dubia* und *Cucurbita Pepo* sowohl Blattstiele als Laubsprosse als unempfindlich, während bei *Bryonia alba*, *Ampelopsis quinquefolia*, *Sicyos angulata*, *Actinostemma paniculata*, *Vitis Labrusca* und *Cyclanthera pedata* sowohl die Blattstiele wie auch die Sprosse Krümmungen ausführten. Ein Parallelismus zwischen der Empfindlichkeit der Ranken und der übrigen Organe trat nicht zutage. *Passiflora gracilis* mit ihren äußerst reaktionsfähigen Ranken ist in ihren übrigen Teilen unempfindlich, *Ampelopsis quinquefolia* dagegen, deren Ranken nur träge Krümmungen ausführen, gab schöne Reaktionen, wenn Blattstiele, Laubsprosse oder Infloreszenzen gereizt wurden. Reizung mit Gelatinestäbchen führte in allen Fällen höchstens zu ganz unbedeutenden Krümmungen.

4. Blattstielkletterer.

DARWIN führt in seinem bekannten Werk über die Kletterpflanzen an, daß die Laubsprosse von *Lophospermum scandens* und die Blütenstiele von *Maurandia semperflorens* berührungsempfindlich sind; weitere Angaben fehlen und gerade die Ausführlichkeit, mit der er die beiden Fälle hervorhebt, beweist, daß ihm die sehr auffälligen Kontaktkrümmungen bei *Clematis* entgangen sind. Mir selbst standen für meine Experimente 2 *Tropaeolum* (*Tr. aduncum* und *Tr. Lobbianum*), *Lophospermum scandens* und 12 *Clematis*, z. T. freilich blos gärtnerische Formen, zur Verfügung. Alle Versuche, die mit Sprossen und Blütenstielen angestellt wurden, führten zu positiven Resultaten bis auf 2 Serien mit *Tropaeolum aduncum*, die ein zweifelhaftes Ergebnis zeitigten. Die Reaktionen fielen viel günstiger aus als alle bisherigen und Ablenkungen von ca. 45° waren gar nicht selten; damit stehen auch die geringen Reaktionszeiten im Einklang. In vielen Versuchsserien hatten schon nach 1 Stunde alle Objekte reagiert; es gilt dies zwar von den Sprossen von *Clematis Jackmanni*, *Cl. tubulosa*, *Cl. viticella kermesina*, *Cl. hybr.* Lasurstern, ferner von den Blütenstielen von *Cl hybr.* Duke of Edinbourg. Wenngleich die Empfindlichkeit bei den übrigen Organen nicht so groß ist als bei den von DARWIN eingehend

untersuchten Blattstielen, so genügt doch fünfmaliges leichtes Streichen, um bei den Sprossen von *Cl. tubulosa, Cl. hybr.* Lasurstern, *Cl. hybr.* Lucie Lemoine und bei den Blütenstielen von *Cl. coccinea* deutliche, z. T. sogar sehr starke Krümmungen, hervorzurufen. Und mit der hohen Sensibilität geht gleichzeitig ein bedeutendes Reizleitungsvermögen Hand in Hand. Ich will mich hier auf die Anführung eines Beispiels beschränken. Bei 8 Sprossen von *Cl. Jackmanni* wurde das oberste Internodium 50mal gestrichen. Nach 3 Stunden waren 7 Sprosse stark gekrümmt, bei 5 hatte die Reaktion auch das darunterliegende Internodium erfaßt und zwar in einer Länge von 5—10 cm.

An die Versuche mit Holzstäbchen schlossen sich solche mit Gelatinestäbchen und Wasserstrahl (1—2 Minuten) an. Die folgende Tabelle liefert eine Übersicht über die erhaltenen Resultate.

Tab. II.

Versuchspflanze	Sproß						Blattstiel				
	Holzst.		Gelatine		Wasserstrahl		Holzstäbe	Gelatine		Wasserstrahl	
	Zahl der Indiv.	reag.	Zahl der Indiv.	reag.	Zahl der Indiv.	reag.	reag.	Zahl der Indiv.	reag.	Zahl der Indiv.	reag.
Clematis languinosa	10	10	—	—	—	—	alle	9	8	—	—
„ *tubulosa*	6	5	—	—	10	1?	„	12	9	—	—
„ *vitalba*	15	12	21	12	41	13	„	12	8	—	—
„ *hybr. Lucie Lemoine*	11	11	—	—	—	—	„	10	7	10	5
„ *paniculata*	29	28	11	5	40	17	„	12	4	11	4
Lophospermum scandens	10	4	—	—	—	—	„	18	12	13	5

Es zeigt sich also, daß die Reizung mit Gelatinestäbchen und Wasserstrahl geeignet ist, Krümmungen auszulösen, wenngleich die Wirkung viel geringer ist, als wenn man Holzstäbchen mit rauher Oberfläche anwendet. Wir gelangen also hier zu denselben Ergebnissen und Schlüssen wie bei etiolierten Keimlingen. Allerdings enthält die Tabelle nur behaarte Objekte; die glatten Blattstiele von *Tropaeolum Lobbianum* konnten durch einen Wasserstrahl nicht zu Krümmungen veranlaßt werden. Ebenso war Gelatinereizung bei den unbehaarten Blattstielen von *Tr. aduncum* erfolglos; dagegen traten hier schwache Reaktionen ein, wenn ein Wasserstrahl 1 bis 2 Minuten einwirkte.

Ich bemerke noch, daß die Sprosse der Blattstielranken starke Nutationen ausführen; deswegen wurden gleichzeitig viele Kontrollversuche angesetzt, die aber ergaben, daß die Resultate in allen wesentlichen Punkten als gesichert gelten können.

5. Wurzelkletterer.

Von verschiedenen Forschern wird Kontaktreizbarkeit für die Luftwurzeln zahlreicher Wurzelkletterer angegeben (CZAPEK, EWART, TREUB, WENT etc.). Das bekannteste Beispiel dafür ist *Vanilla aromatica*. Nun ist es NEWCOMBE gerade bei dieser Pflanze nicht gelungen, Krümmungen zu erzielen, wenn er den Kontakt unter Wasser herstellte. Er äußert sich daher skeptisch und nimmt an, daß für den Erfolg vielleicht der Hydrotropismus verantwortlich gemacht werden muß. Diese Deutung kann man all den Experimenten geben, bei denen die Kontaktreizung ohne weitere Versuchsmodifikationen einfach durch dauerndes Anlegen irgend eines Körpers hervorgerufen worden ist. Meine Versuche bestanden darin, daß ich die Luftwurzeln verschiedener Arten aus den Gattungen *Anthurium*, *Ficus*, *Hedera*, *Pothos*, *Philodendron* u. a. vorübergehend durch leichtes, 50maliges Streichen mit einem Holzstäbchen reizte. Aber nur in einem Fall erhielt ich positive Ergebnisse, nämlich bei *Philodendron Imbe*, wo sich von 10 Wurzeln 4 nach einigen Stunden krümmten. Diese Befunde sind aber nur mit Vorbehalt entgegenzunehmen, weil die oben genannten Autoren alle in Buitenzorg unter günstigeren Vegetationsbedingungen arbeiteten. Vorsicht ist um so mehr geboten, als die allerdings beschränkten Versuche mit Blattstielen solcher Pflanzen (*Anthurium Kellermanni*, *Hedera helix*, *H. sagittifolia* Gartenform) alle eine nicht unerhebliche Kontaktempfindlichkeit ergaben. Bei *Hedera sagittifolia* reagierte sogar noch $^1/_4$ der Blattstiele, wenn mit Gelatinestäbchen gereizt wurde. Deshalb sind eingehendere Untersuchungen notwendig.

6. Versuche mit Kryptogamen.

Versuche mit Kryptogamen wurden nur nebenbei angestellt. Da aber schon für verschiedene Pilzgenera Kontaktreizbarkeit nachgewiesen wurde, und da es bei verschiedenen Meeresalgen zur Ausbildung rankenähnlicher und wie Ranken funktionierender Greiforgane gekommen ist, so kann man vermuten, daß der Haptotropismus hier ebenso verbreitet sein wird, wie bei den Phanerogamen. Meine Versuche haben dies für die Gefäßkryptogamen wenigstens bestätigt. Vor allem erwiesen sich Farnwedel als günstige Objekte. Gereizt wurde der oberste, z. T. noch aufgerollte

Teil der Spindel von 19 verschiedenen Arten, und bei 14 Arten, also etwa ³/₄, traten Krümmungen ein; diese große Zahl mag dadurch bedingt sein, daß die Blattspitze bei den Farnen sehr rasch wächst, und daß die Spindel meist von Spreuschuppen oder Haaren bedeckt ist. Unter den Reagierenden befand sich neben Arten aus den Gattungen *Adianthum*, *Allosurus*, *Aneimia*, *Aspidium*, *Asplenium*, *Doodya*, *Hypolepis*, *Neurogramme*, *Polystichum* und *Pteris* auch das windende *Lygodium volubile*. Außerdem fand ich haptotropische Krümmungen noch bei den Wurzelträgern von *Selaginella Martensii*, während Versuche mit Stengeln von 3 *Marsilia*arten negativ ausfielen.

Schluß.

Unsere Untersuchungen haben die Häufigkeit von Kontaktkrümmungen im Pflanzenreich erwiesen. Damit hat sich die auf nur vereinzelte Fälle gestützte Annahme DARWINs „daß kletternde Pflanzen eine weit verbreitete und in Entwicklung begriffene Fähigkeit ausgenutzt und vervollkommnet haben", bestätigt. Wir sahen, daß bei den nichtkletternden Pflanzen etwa $^1/_3$ aller untersuchten Arten imstande ist, mit Blattstielen, Laubsprossen und Infloreszenzaxen Kontaktkrümmungen auszuführen, und wir begreifen, wie jedes dieser Organe durch Verstärkung der Sensibilität zu einem Greiforgan werden konnte. Unsere Tab. III, in der die gesamten Versuchsresultate zusammengestellt sind, zeigt aber, daß sowohl bei den Blattstielkletterern als auch bei den Rankenpflanzen nicht nur in den rankenden Teilen, sondern im ganzen Organismus die Kontaktempfindlichkeit erhöht ist. Dies gilt jedoch in derselben Weise für die Windepflanzen, und wir werden wohl nicht fehlgehen, wenn wir hier für die Zunahme der Sensibilität das beschleunigte Wachstum und die starke Neigung zur Behaarung — beides Dinge, die mit der kletternden Lebensweise in engstem Zusammenhang stehen — verantwortlich machen.

Tab. III.

	Blattstiel			Laubsprossaxe			Infloreszenzaxe			Blütenstiel		
	Zahl der Arten	es reagierten	dasselbe in %	Zahl der Arten	es reagierten	dasselbe in %	Zahl der Arten	es reagierten	dasselbe in %	Zahl der Arten	es reagierten	dasselbe in %
nichtkletternde Pflanz.	63	20	82	32	10	31	33	13	39	32	6	19
Schlingpflanzen	18	9	69	20	11	55	—	—	—	—	—	—
Blattstielkletterer	14	14	100	12	11	92	—	—	—	7	6	87
Rankenpflanzen	18	7	54	15	8	53	8	5	63	—	—	—

DARWIN nimmt nun an, daß sich die Blattstielkletterer und die Ranker erst sekundär aus den Schlingpflanzen entwickelt haben, er schließt dies daraus, daß verschiedene Blattstielkletterer (*Clematis-Lophospermum*arten etc.) noch imstande sind, Windungen auszuführen. Nun sind aber, wie SCHENCK hervorhebt, die Fälle nur Ausnahmen und die Windungen sind schlecht, die Richtung wechselt und gerade Partien sind eingeschaltet. Und da gerade bei den Blattstielkletterern die Kontaktempfindlichkeit der Sprosse (cf. Tab. III) besonders hoch ist, so kann man wohl die Vermutung aussprechen, daß hier entsprechend wie bei *Cuscuta* das Winden durch Haptotropismus bedingt ist. Wir hätten demnach 2 Formen von Winden zu unterscheiden: 1. solches das im wesentlichen durch Circumnutationen in Verbindung mit negativem Geotropismus bedingt ist und zu schönen regelmäßigen Windungen führt und 2. solches, das der Kontaktreizbarkeit seine Entstehung verdankt und sich in einer regellosen Umschlingung der Stütze äußert.

Zu einer morphologischen Anpassung an die Funktion des Greifens ist es bei den Blattstielkletterern meist nicht gekommen. Darin liegt ein Unterschied zu den Rankenpflanzen, die in den Ranken besondere, ausschließlich im Dienste des Festhaltens stehende Greiforgane besitzen. Bei dieser Gruppe ist die Sensibilität viel stärker lokalisiert als bei den Blattstielkletterern; während nämlich bei den Blattstielkletterern auch die Blütenstiele und Sprosse fast durchweg kontaktempfindlich sind, reagieren bei den Rankenpflanzen nur die Hälfte der Blattstiele und Laubsprosse und $^2/_3$ der Infloreszenzaxen.

Mit der Zunahme der Berührungsempfindlichkeit in den Ranken scheint gleichzeitig die Sensibilität einigermaßen ihren Charakter geändert zu haben. Wie besonders unsere Versuche mit etiolierten Keimlingen gezeigt haben, vermögen auch Gelatine und Wasserstrahl bei verschiedenen Pflanzen Krümmungen auszulösen. Dies ist nun bei den Ranken trotz ihrer hervorragenden Sensibilität nicht der Fall. Vom Nützlichkeitsstandpunkt aus ist dies sehr begreiflich. Wir sahen, daß ein Wasserstrahl, der nur 20 Sekunden auf die Pflanze einwirkt, genügt, um *Cannabis sativa* und *Agrostemma Githago* zu Krümmungen zu veranlassen. Wäre diese Fähigkeit bei den Rankenpflanzen noch in entsprechender Weise gesteigert worden, dann müßte der häufig sich wiederholende Anprall von Regentropfen genügen, die Ranken zur Aufrollung zu bringen. Vielleicht ist es so zu verstehen, daß die Ranken eine glatte Oberfläche besitzen, denn es sind gerade die

behaarten Objekte, die mit Gelatine und Wasserstrahl die besten Krümmungen geben.

Noch eine Frage könnte man hier anschließen. Der Haptotropismus ist nicht die einzige Form, in der Pflanzen auf mechanische Reize reagieren. Daneben existiert das weite Gebiet der seismonastischen Erscheinungen. Zeigen nun die stark seismonastischen Gewächse ebenso wie die Kletterpflanzen eine erhöhte Kontaktreizbarkeit? Ich habe für die Untersuchung nichtkletternder Pflanzen absichtlich eine größere Menge seismonastischer Formen wie *Mimosa, Desmodium, Oxalis*arten herangezogen, und sie zeigten kein irgendwie bemerkenswertes, besonderes Verhalten. Daraus kann man schließen, daß Kontaktreize und seismische Reize, wie PFEFFER dies annimmt, besondere Empfindungsqualitäten voraussetzen und es ist irreführend, wenn DARWIN auf der Suche nach der Quelle der Kontaktempfindlichkeit der Kletterpflanzen auf die Versuche von HOFMEISTER hinweist, die in das Gebiet der Erschütterungsreizbarkeit gehören.

Zitierte Literatur.

CZAPEK: Sitzber. d. K. Ak. d. Wiss., Wien, Math. naturw. Kl., Bd. 118, 1909.

DARWIN: Die Bewegungen und die Lebensweise der kletternden Pflanzen. Übers. v. CARUS, Stuttgart 1876.

EWART: Ann. d. jard. bot. u. Buitenz., Bd. 15, 1898.

HOFMEISTER: PRINGSH. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 2, 1860.

V. MOHL: Über den Bau und das Winden der Ranken- und Schlingpflanzen. Tübingen 1827.

NEWCOMBE: Beih. z. bot. Centralbl. 17, 1904.

PALM: Über das Winden der Pflanzen, Tübingen 1827.

PFEFFER: Pflanzenphysiologie, Bd. 2, 1904.

TREUB: Ann. d. jard. bot. d. Buitenz., Bd. 3.

WENT: Ann. d. jard. bot. d. Buitenz., Bd. 12, 1894.

39. V. Vouk. Die Umstimmung des Phototropismus bei Chara sp.

(Eingegangen am 23. September 1915.)

Es ist eine durch N. J. C. MÜLLER und OLTMANNS genügend bewiesene Tatsache, daß das Eintreten einer positiven oder negativen phototropischen Reaktion fast ausschließlich durch die Lichtintensität, *in seltenen Fällen durch das Organ selbst bedingt ist.* Welche Art des Phototropismus bei gewöhnlicher Tagesbeleuchtung auftritt, hängt nach unserer heutigen Auffassung von der Stimmung des Organs ab, obwohl wir vom Wesen dieser Stimmung noch recht mangelhafte Vorstellung haben. Während der Entwicklung eines Organs ist diese Stimmung etwas konstantes, denn eine Wurzel bleibt bei konstanter Belichtung immer negativ und ein Stengel immer positiv phototropisch.

Es sind aber einige wenige Fälle bekannt, wo die Umstimmung des Phototropismus auch von einem anderen Faktor — vom Entwicklungszustand — abhängig ist. So z. B. sind die jungen Sporangienträger von *Phycomyces nitens* höher gestimmt als alte[1]). Allgemein bekannt und in fast jedem Lehrbuch erwähnt ist das Beispiel von *Linaria cymbalaria*. Die Blütenstiele dieser Pflanze sind positiv phototropisch, nach dem Verblühen zeigen sie als Fruchtstiele den negativen Phototropismus[2]). Diese Erscheinung ist ökologisch wohl leicht verständlich, da die Pflanze ihre Samen in die Mauer selbst aussät, doch physiologisch können wir nur von einer Umstimmung sprechen ohne in das Wesen dieser Umstimmung einen tieferen Einblick zu gewinnen.

Nach WIESNER[3]) verhalten sich ähnlich die Fruchtstiele von *Helianthemum vulgare*. Dies sind, soweit mir bekannt ist, die einzigen Beispiele der Umstimmung des Phototropismus während der Entwicklnng der Pflanze. Diese Erscheinung ist demnach als eine Seltenheit zu betrachten.

Es glückte mir einen neuen Fall von solcher Umstimmung aufzufinden, dessen Veröffentlichung mir als mitteilungswert erscheint.

---

1) JOST, L.: Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. III. Aufl. 1913, S. 631.

2) HOFMEISTER: Die Lehre von der Pflanzenzelle 1867, S. 293.

3) WIESNER, J.: Die heliotropischen Erscheinungen. Denkschrift der kais. Akad. d. Wissensch., Wien, 43, 1880, S. 72.

Es handelt sich um eine *Chara*-Art[1]), die ich von einer Exkursion unterhalb des interessanten Klek-Berges in Kroatien nach Hause brachte und die ich im Laboratorium durch den ganzen Winter in Kultur hielt. Während des Winters schien diese *Chara* abgestorben zu sein und ich reinigte das Gefäß von den fast verfaulten und mit Algen bewachsenen Sprossen, ließ aber den Sandboden des Gefäßes unberührt. Im Anfang des Frühjahrs — im Monat März — konnte ich bereits beobachten, wie diese *Chara* wieder zu keimen begann. Fast die ganze Oberfläche des Sandbodens war bald mit Charen-Vorkeimen bedeckt. Anfangs waren diese Vorkeime gerade, doch wie sie die Länge von etwas über 1 Zentimeter erreichten, zeigten sie — da die Kultur am Laboratoriumsfenster dem einseitigen Tageslicht ausgesetzt war — phototropische Krümmung, jedoch gegen allgemeine Erwartung ausgesprochen negative Krümmungen.

Die Characeensprosse reagieren auf normale Belichtung, wie zuerst J. RICHTER nachgewiesen hat, mit positiv phototropischen Krümmungen. Ich habe mehrere Characeen (*Chara* und *Nitella*) in Kultur und ich konnte bei allen kultivierten Arten diesen positiven Phototropismus feststellen. Deshalb interessierte mich besonders die negative Reaktion der Vorkeime und ich widmete mich der genaueren Beobachtung dieser Reaktion.

Zunächst verdunkelte ich den hinteren Teil des Kulturgefäßes und beobachtete nun den Ausfall der Reaktion. Die Vorkeime reagierten nun bedeutend deutlicher und der Krümmungswinkel war auch größer. Ich drehte das Gefäß um 180°, verdunkelte aber wieder die hintere gegen das Laboratorium gelegene Glaswand. Bereits nach einigen Stunden waren alle Keime negativ-phototropisch. Die Keime mußten sich zunächst gerade aufkrümmen und dann erst in die negativ phototropische Lage stellen. Die Reaktion kam also ziemlich rasch zu stande, die Objekte sind daher als „stark empfindlich" zu bezeichnen. Leider besitze ich in meinen Laboratorium noch keine entsprechende Dunkelkammer, in welcher genaue phototropische Versuche durchgeführt werden könnten und ich mußte daher von der Bestimmung der Reaktions- und Präsentationszeiten oder überhaupt von einer genauen phototropischen Analyse absehen.

Nach etwa einer Woche, als die Vorkeime schon eine Länge von mehr als 2 Zentimeter erreicht hatten, konnte ich beobachten,

---

1) Nach der später durchgeführten Bestimmung ergab sich, daß diese *Chara*-Art mit der *Chara foetida* gut übereinstimmt und dem Formenkreis „Subinermes (Migula)" angehört.

daß die negative Reaktion nicht mehr so schön ausfällt. Viele von den Keimen waren bereits aufrecht, einige zeigten verschiedene Krümmungslagen, andere waren noch negativ phototropisch. Es schien überhaupt, als ob die negative Reaktion verschwinden würde. Zugleich war aber schon an den meisten Vorkeimen der Sproßteil mit ersten Wirteln zu sehen. Mit dem Erscheinen der Sproßwirtel verschwand allmählich auch der negative Phototropimus, es begann sogar langsam der positive Phototropismus zum Vorschein zu kommen und als die Sprosse bereits die Länge von 5 cm mit zweiten Sproßwirteln erreicht hatten, waren sie alle deutlich positiv phototropisch.

Hier hatte ich also einen neuen Fall der Umstimmung des Phototropismus vor mir und zwar so klar, daß daran gar nicht zu zweifeln war.

Wie schon oben erwähnt, besitze ich leider noch keine entsprechende Versuchsmittel um diese interessante Erscheinung genauer verfolgen zu können, und deshalb entschloß ich mich diese Beobachtung zu veröffentlichen. Ich hoffe aber dennoch diese Erscheinung auch bei anderen Characeen untersuchen zu können.

Alles in einem: Es wurde konstatiert, daß die Vorkeime einer Chara sp. bei gewöhnlichem diffusen Tageslicht negativ phototropisch reagieren, welche Reaktion während der Sproßentwicklung bei derselben Belichtung in eine positive umgestimmt wird.

Botanisch-physiologisches Institut der königl. Franz Joseph Universität zu Zagreb-Agram, September 1915.

40. V. Vouk: Zur Kenntnis der mikrochemischen Chitin-Reaktion.

(Eingegangen am 28. September 1915.)

Die von VAN WISSELINGH in die botanische Mikrochemie eingeführte Chitin-Reaktion leistet zweifellos ausgezeichnete Dienste jedoch hat sie einen kleinen Nachteil, den ich hier hervorheben möchte, und den man, meiner Ansicht und Erfahrung nach, einfach beseitigen kann.

Bekanntlich besteht die VAN WISSELINGHsche Reaktion darin, daß die zu untersuchenden Pflanzenobjekte in geschmolzenen Röhrchen auf 160—180° C. in konzentrierter Kalilauge erhitzt werden. Dabei geht Chitin in Chitosan (Myhosin) über, das dann mit Jodjodkalium eine rotviolette Färbung gibt. Ein jeder, welcher mit dieser Reaktion gearbeitet hat, kennt wohl die Umständlichkeit und Gefahren dieser Prozedur des Erwärmens in geschlossenen Glasröhrchen. In seiner ersten Mitteilung über Chitinnachweis [1] beschreibt VAN WISSELINGH dieses Verfahren nicht, doch in seiner zweiten Mitteilung [2] wird neuerdings dieses Verfahren genau geschildert. Ich führe hier die genaue Beschreibung des Verfassers [3] an: „Die Erwärmung der Röhrchen kann auf verschiedene Weise stattfinden, z. B. in einem Ölbade, in einem Trockenschrank oder in einem Schränkchen von Asbestpappe. Bei Anwendung eines Ölbades hing ich die Röhrchen in Hüllen von Metalltuch möglichst nahe beim Reservoir des Thermometers. Überflüssig und unpraktisch ist ein Deckel mit Löchern auf dem Ölbade, wie einige Autoren abgebildet haben. Die Röhrchen muß man sorgfältig zuschmelzen, um Zerspringen vorzubeugen. Wenn man ein Ölbad benützt, muß man vorsichtshalber die Versuche in einem geschlossenen Abzuge anstellen. Die Anwendung in Alkohol dient dazu, die Präparate intakt zu erhalten.“ Wenn man schon diese

1) WISSELINGH, C. VAN: Mikrochemische Untersuchungen über die Zellwände der *Fungi*. PRINGSHEIMs Jahrb. f. wiss. Bot. Bd 31, 1898, S. 619—699.

2) WISSELINGH, C. VAN: Über die Anwendung der in der organischen Chemie gebräuchlichen Reaktionen bei der phytomikrochemischen Untersuchung. (Mit 1 Tafel). Folia microbiologica, III. Jahrg., Heft 3, 1915.

3) Nach der mir freundlichst zugekommenen brieflichen Mitteilung.

Beschreibung liest, so sieht man, welche Sorgfalt und Vorsicht man bei der Benützung dieser Reaktion anwenden muß. Wer aber noch nicht mit dieser Reaktion gearbeitet hat, wird wohl oft erlebt haben, daß die Röhrchen trotz aller Sorgfalt zersprangen und die ganze Probe verloren ging. Man muß auch darauf achten, daß in den Röhrchen nicht allzuviel Kalilauge vorhanden ist. Das Zuschmelzen nimmt verhältnismäßig viel Zeit in Anspruch, was man bei jeder Reaktion, besonders bei einer mikrochemischen Reaktion, vermeiden soll. Jede Reaktion soll womöglich einfach und rasch vor sich gehen.

Schon vor längerer Zeit, als ich einmal als Assistent die Reaktion für die Demonstration vorzubereiten hatte, habe ich die Erfahrung gemacht, daß man die Reaktion ebenso erhalten kann, wenn man die Untersuchungsobjekte in konzentrierter Kalilauge längere Zeit in offenem Becherglase kocht. Daß die Reaktion auch bei niederer Temperatur vorsichgehen kann, hat bereits VAN WISSELINGH beoabachtet, sogar, wie er sagt (S. 683), bei gewöhnlicher Temperatur in verdünnter Kalilauge. Doch die Umwandlung in Chitosan geht dabei sehr langsam (auch tagelang) vor sich.

Ich benützte zu diesem Versuche ein offenes Becherglas mit etwa 100 ccm konzentrierter, gesättigter Kalilauge und erhitzte es bis zum Sieden auf einer Bunsenflamme. Die Kalilauge erwärmt sich dabei auf etwa 110° C. Die Objekte werden nun in dieser siedenden Kalilauge gekocht. Es ist zu empfehlen, das Becherglas mit einem Uhrglas zuzudecken. Es war nun wichtig, festzustellen, wie lange man bei diesem Verfahren die Objekte erhitzen soll, um eine vollkommene Umwandlung des Chitins in Chitosan zu erzielen. Fräulein C. CIHLAR untersuchte in meinem Laboratorium diesbezüglich verschiedene Pilze und wir konnten uns überzeugen, daß eine Erwärmmung von 20 bis längstens 30 Minuten vollkommen genügt, um Chitosan-Reaktion nach bekannter Weise mit Jodjodkalium zu erzielen. Fräulein CIHLAR untersuchte im ganzen die folgenden Pilze:

Phycomyceten: *Mucor* sp.

Ascomyceten: *Helvella crispa*, *Peziza aurantiaca*, *Plicaria cervina*, *Plicaria* sp.

Basidiomyceten: *Agaricus fusipes*, *Agaricus* sp. *Amanitopsis plumbea*, *Boletus sanguineus*, *Clitocybe* sp. *Cortinarius obtusus*, *Hygrophorus conicus*, *Mutinus caninus*, *Psalliota campestris*, *Russula aeruginosa*.

Alle diese Objekte verhielten sich gegen Kochen resistent und zerfielen nur teilweise in kleinere Stücke, jedoch die Hyphen blieben immer intakt. Nach dem Auswaschen in 90 pCt. Alkohol trat die Reaktion mit Jodjodkalium immer prompt ein. Nur die Sporenmembranen zeigten keine Chitin-Reaktion, was schon VAN WISSELINGH gefunden hat. Nach VAN WISSELINGH (S. 18 l. c.) dient die Anwendung zugeschmolzener Röhrchen und besonders das Auswaschen mit Alkohol dazu, die Präparate intakt zu erhalten. Wie ich mich überzeugte, blieben die Präparate beim Kochen in Kalilauge fast völlig intakt, höchstens, wie oben erwähnt, zerfielen die größeren Stücke in kleinere. Wenn man ganz kleine Objekte zur Untersuchung hat, so kann man sie nachher durch Zentrifugieren leicht und gut auswaschen. Das Auswaschen mit 90 pCt. Alkohol soll man nicht unterlassen, da die Objekte härter werden.

Das ganze Verfahren der mikrochemischen Chitin-Reaktion ist dadurch abgekürzt und erleichtert worden. Man kann sich nämlich die mühsame und zeitraubende Arbeit des Zuschmelzens des Röhrchens und das Erwärmen im Ölbade auf 160° dadurch ersparen, daß man die Objekte einfach auf offener Flamme im Becherglase in konzentrierter siedender Kalilauge durch 20—30 Minuten erhitzt. Dieses Erhitzen auf 110° C. genügt, um die Umwandlung in Chitosan zu erzielen und die rotviolette Färbung mit Jod zu erhalten.

Mit dieser vereinfachten Reaktion ist nun durch Frl. CIHLAR die unentschiedene Frage über das Vorkommen von Chitin bei Cyanophyceen und Myxomyceten einer Untersuchung unterzogen worden, deren Resultate an einer anderen Stelle mitgeteilt werden.

Agram-Zagreb, im September 1915.

Botanisch-physiologisches Institut
der Königl. Franz Joseph-Universität.

41. Adolf Sperlich: Mit starkem Langtriebausschlag verbundenes Oedem am Hauptstamme jugendlicher Topfpflanzen von Pinus longifolia Roxb. und canariensis Ch. Smith und seine Heilung durch vorzeitige Borkenbildung.

(Mit 7 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 5. Oktober 1915.)

Im Folgenden soll zunächst der Entwicklungsgang zweier in den Häusern des Innsbrucker botanischen Gartens herangewachsener,

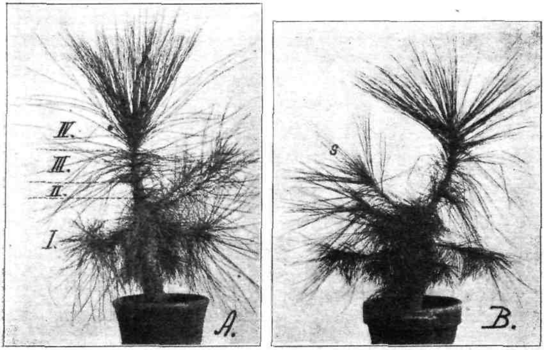


Abb. 1. ca. 1/8 der natürlichen Größe.

heute im fünften Jahre stehender Exemplare von *Pinus longifolia* Roxb. geschildert werden, die auf den Einfluß ungewöhnlicher Lebensbedingungen in vollkommen gleicher Weise reagiert haben. Die Abbildung, die hier (Abb. 1) gegeben ist, zeigt die Pflanzen am Ende der vierten Vegetationsperiode, im Spätherbste 1914 und läßt an ihnen eine Kombination zweier Phänomene erkennen: fürs erste das Auftreten zahlreicher Langtriebe an Kurztriebstelle, verbunden mit einer jugendlichen Benadelung aller Achsen an Stelle der normalen Beschuppung, fürs zweite abnorme und eigenartig verteilte Verdickungen der unteren Stammhälfte. Das längere Verharren in der Jugendform bei Keim-

pflanzen von Koniferen, deren Seitentriebe als Stecklinge benützt vielfach das Ausgangsmaterial für bekannte, in ihrer Absonderlichkeit oft sehr dekorativ wirkende Gartenformen abgegeben haben[1]), wurde von BEIJERINCK auf Grund sehr zahlreicher Beobachtungen mit der ungewöhnlichen Ernährungsweise erklärt, wie sie durch die Topfkultur gegeben ist[2]). Daß es sich um derartige Einflüsse im weitesten Sinne handelt, zeigen übrigens schon jene Fälle von *Triebumbildungen, die an ausgewachsenen Föhren durch parasitäre* oder mechanische Vernichtung normaler Verlängerungsknospen hervorgerufen werden[3]) und für welche GOEBEL durch seine mit verschiedenen Objekten durchgeführten experimentalmorphologischen Untersuchungen reichlich Belege geliefert hat.

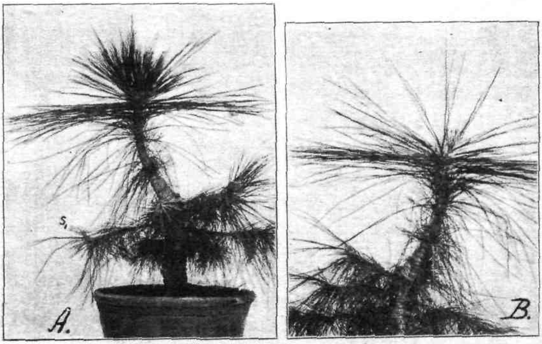


Abb. 2. A. ca $^1/_8$ der natürlichen Größe. B. ca. $^1/_4$ der natürlichen Größe.

Ich teile den vorliegenden Fall nicht als weiteres Beispiel einer gekannten Reaktionsweise mit, denke vielmehr, daß das an

1) BEISSNER: Über Jugendformen von Pflanzen, speziell von Koniferen; diese Berichte VI. Bd. 1888, S. LXXXIII. Über das Alter, das derartige Jugendformen erreichen können, und insbesondere über ihre geschlechtliche Vermehrung herrscht keine völlige Übereinstimmung der Angaben und Ansichten. Vgl. GOEBEL, Organographie der Pflanzen, I. T., 2. Aufl. Jena 1913, S. 383—386 und die weiter angeführte Literatur.

2) BEIJERINCK, L. Beißner's *Untersuchungen bezüglich der Retinispora-frage*; Botan. Zeitung, 48. Jg., 1890, S. 539—540.

3) WILLKOMM, Forstliche Flora, S. 135 (Raupenfraß). GOEBEL, Organographie I., S. 411 (*Peridermium Pini*) und S. 444. GOEBEL, Einleitung in die

den Bildern wahrnehmbare Zusammentreffen des Langtriebreichtums mit der ungewöhnlichen Verdickung der unteren Hauptachsenhälfte, ein Zusammentreffen, das nicht ohne wechselseitige Einwirkung geblieben ist, einiges Interesse bei Morphologen und Phytopathologen finden dürfte. Es sei vorweggenommen, daß die Verdickung auf außerordentliche Volumsvergrößerung und auf Vermehrung von Elementen der primären und sekundären Rinde in radialer und tangentialer Richtung zurückzuführen ist, eine Erscheinung, die für sich allein recht wohl als Rindenwucherung bezeichnet werden könnte und leicht an jene Fälle Angliederung findet, die von SORAUER unter anderem besonders für die Rinde von *Ribes* kausal erklärt[1]) wurden und bei KÜSTER in der Gruppe der hyperhydrischen Gewebe zu finden sind[2]). Vom echten Oedem, wie es uns SORAUER und KÜSTER beschreiben, unterscheidet sich der vorliegende Fall, abgesehen von histologischen Dingen, von denen später kurz gesprochen werden soll, vor allem durch den aus der Organisation der Gattung *Pinus* erklärbaren Heilungsvorgang: Die Bildung einer Schuppenborke, die bekanntlich am Föhrenstamme in einem viel späteren Alter einsetzt, wird hier zur Befreiung von den überflüssigen Rindenmassen in frühester Jugend eingeleitet und verleiht den jugendlichen Individuen ein ungemein seniles Aussehen (vgl. Abb. 4, welche die Achsenbasis samt Wurzelansatz von Individuum A der Abb. 1 wiedergibt).

Als mich der Direktor unseres Gartens, Herr Professor HEINRICHER, im Herbste 1913, also beiläufig ein Jahr vor der hier wiedergegebenen photographischen Aufnahme, auf die zwei absonderlichen Topfbäumchen aufmerksam machte, sahen sie etwa folgendermaßen aus: Die jüngsten, im Bilde sichtbaren Verlängerungen der Haupt- und Nebenachsen mit normalen dreinadeligen Kurztrieben fehlten; die basalen Teile der Hauptachsen zeigten die wulstförmigen Rindenverdickungen in graugrüner Farbe und infolge stärkerer Turgeszenz weit mächtiger, als sie das Bild nach erfolgter Verborkung wiedergibt. Die anatomische Untersuchung des Individuums A, auf dessen nahezu völlige Übereinstimmung mit seinem Alters- und Schicksalsgenossen B nochmals hingewiesen sei, ergänzte die wenigen Angaben, die ich vom Gartenpersonal erhalten konnte, zu einer ziemlich lückenlosen Vorstellung über den Entwicklungsgang.

1) SORAUER, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, 3. Aufl., I. T. Berlin 1909, S. 360 ff.

2) KÜSTER, Pathologische Pflanzenanatomie, Jena 1903, S. 79 ff.

In Abb. 1 ist I (13,5 cm) das im ersten Jahre nach der Keimung entstandene Hauptachsenstück. Sein Holz zeigt durchwegs vier gut unterscheidbare, auf jeder Höhe ziemlich gleich entwickelte Jahresringe. In der Achsel der noch heute da und dort erhaltenen breiten Nadeln entwickelten sich, wie die im ältesten Jahresringe wurzelnden Seitentriebe zeigen, zahlreiche Sproßanlagen, die sich indes erst im nächsten Jahre zum Teil streckten. Auch Abb. 3 B, die einen Querschnitt in der Höhe des ersten Astscheinquirls darstellt, geht hervor, daß die einjährige Pflanze noch einen normalen Sproßdurchmesser hatte. Wir sehen, wie die der Knospenanlage frühestens im zweiten Lebensjahre folgende abnorme Rindenerweiterung durch die Seitentriebe wie durch Klammern gehemmt wurde. (Vergleich. mit Abb. 3 A, die einen etwas tiefer geführten Achsenquerschnitt darstellt.) Auf dieser Hemmung beruht das eigentümliche wulstige Aussehen der

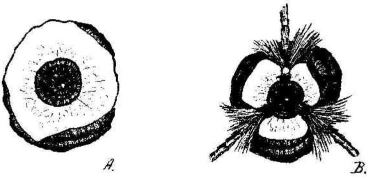


Abb. 3. Natürliche Größe.

geschwollenen Rinde außerhalb des Hypokotylbereiches; überall finden sich in den engen, tiefen und vielfach der Blattspirale folgenden Furchen zwischen den Wülsten reichlich Sproßanlagen, die heute teilweise abgestorben sind. Im Bereiche des Hypokotyls hingegen handelt es sich um schwächere Kompressionswülste, wie sie bei dem starken Expansionsbestreben der Rinde und der fehlenden Möglichkeit, sich zu strecken, selbstverständlich sind.

War schon das Wachstum im ersten Jahre im Vergleiche zur bekannten Raschwüchsigkeit unserer heimischen Föhren, denen der vorliegende Cheer Pine als hochstämmiger Waldbaum des Himalayagebietes unter normalen Bedingungen kaum nachstehen dürfte [1]), ein sehr bescheidenes, so tritt der Einfluß der ungünstigen

1) In BEISTNERs ganz vortrefflichem Handbuche der Nadelholzkunde, Berlin 1909, das alle bei uns gezogenen Koniferen umfaßt, ist *Pinus longifolia* nicht erwähnt. Vielleicht hat die Gärtnerei mit dieser Föhre keine guten Erfahrungen gemacht.

Topfkultur im Zuwachs des zweiten Jahres noch auffälliger hervor. Nur der kurze Abschnitt II (1,5 cm) besitzt gleichaltriges, drei deutliche Jahresringe aufweisendes Holz. Zu dieser Zeit hat frühestens die Schwellung in der primären Rinde und im älteren Teile der sekundären Rinde zunächt basal begonnen, um durch das zweite und dritte Jahr bis zur gleichfalls basal einsetzenden Verborkung nach oben fortschreitend weitergeführt zu werden: *hierdurch erklärt sich auch die kegelförmige, an die Verhältnisse bekannter Xerophyten gemahnende Gestalt der kurzen Hauptachse.* Die Ver-

Abb. 4. Natürliche Größe.

anlassung für die offenbar mit der Herabsetzung des Längenwachstums zusammenhängende Rindenschwellung erblicken wir in den ungewöhnlichen, durch die Topfkultur im feuchten Gewächshause geschaffenen Lebensbedingungen. Die Einengung des Wurzelwerkes wirkt korrelativ hemmend auf die Achsenstreckung, die reichliche Wasserversorgung hinwieder drängt auf Wachstum, das am ehesten dort möglich wird, wo bei *Pinus* ohnedies ein gewissermaßen erhöhtes Expansionsbestreben herrscht, in den parenchymatischen Elementen der Rinde. Im Zusammenhange mit der

trägen Arbeit des Hauptvegetationspunktes und der geringen Streckung seiner Produkte im zweiten Jahre steht jedoch auch das Antreiben vieler im Vorjahre angelegter Axillarsprosse. Ihr basales Stück hat heute dreijähriges Holz. Die Seitentriebe dürften zunächst auch nicht mehr als Zentimeterlänge erreicht haben und waren mit breiten, in engen Spiralen gestellten Nadeln dicht besetzt; noch heute steht eine große Zahl solcher Triebe nach Einstellung des Wachstums auf dieser Seite. Sie gleichen den Nadelbüscheln an den Kurztrieben unserer Lärche (vgl. Abb. 3 B an der Basis der Langtriebe).

Im nächsten, dem dritten Jahre, begann der Organismus sichtlich die Entwicklungshemmungen zu überwinden. Das Streckungswachstum der Hauptachse wird bedeutender. Abschnitt III (4,5 cm) mit der noch heute borkenfreien und im Anfangsstadium der radialen Verdickung fixierten Rinde besitzt zweijähriges Holz. Kräftig trieben zudem einige Seitenachsen am ältesten Stammabschnitte aus. Es ist auffallend, daß selbst die Zahl dieser stärkeren Seitenachsen (9) bei beiden Individuen dieselbe ist. Wir haben nunmehr den Zeitpunkt erreicht, von dem ab die Pflanzen unter eigene Beobachtung kamen.

Abschnitt IV ($4^1/_2$ cm) ist der vierte Jahreszuwachs, der, wenn auch von bescheidener Länge, doch von gewöhnlicher Dicke und mit den langnadeligen, für den Baum charakteristischen Kurztrieben einen durchaus normalen Eindruck macht. Die Kurztriebe sitzen zwar an der Basis des jüngsten Zuwachses noch immer in der Achsel grüner breiter Nadeln, dem Gipfel zu können jedoch alle Übergänge bis zu häutigen braunen Schuppen verfolgt werden. Heute steht B (A diente, wie schon erwähnt, der Untersuchung) im fünften Jahre; die im Vorjahre angelegte, regelrecht beschuppte Terminalknospe und zwei Seitenknospen, die sich in dieser Form zum erstenmale seit der Keimung eingestellt haben, waren, wie Abb. 2 B zeigt, im Mai daran, in gewohnter Weise zu treiben. Abb. 2 A zeigt das Bäumchen Anfang August nach Übersetzung in ein größeres Gefäß. Das Bild stellt es in gleicher Verkleinerung dar wie die im vorjährigen Herbste aufgenommene Abb. 1 B. Die deutliche Verdickung der Hauptachse in 2 A gegenüber 1 B hat mit der krankhaften Rindenwucherung nichts mehr zu tun, es ist völlig normales Dickenwachstum, an dem sich Holz und Rinde beteiligt haben.

Während hiermit die Hauptachse, die daran geht, die überflüssigen, hyperhydrischen Rindenteile durch tiefgehende Peridermbildung abzustoßen, und ihre jüngsten Seitentriebe die gewohnte Tracht erreicht haben, finden wir bei den zahlreichen älteren Seiten-

trieben nur zweimal ein Anzeichen der Überwindung der Jugendnadelform. Es haben zwar auch die Seitentriebe im verflossenen Jahre da und dort vereinzelte langnadelige Kurztriebe hervorgebracht, sie stehen aber durchaus noch in der Achsel breiter hellgrüner bläulich schimmernder Nadeln. Nur bei zwei Seitenachsen ist es zur Bildung normal beschuppter Knospen gekommen, wo sonst am Gipfel im vergangenen Herbste Knospen erschienen, waren sie grün und nackt; ihre Produkte bewahren auch heuer wieder die Jugendform (vergl. Abb. 2A bei ς^1).

Der Reichtum an einnadeligen Langtrieben bei jugendlichen, in Töpfen gezogenen Föhren, ist, wie eingangs erwähnt, eine häufige,

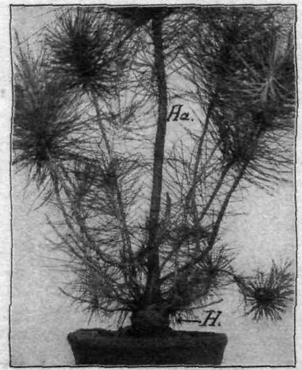


Abb. 5. $^1/_5$ der natürlichen Größe.

längst bekannte Erscheinung; der in unserem Falle damit verbundenen und gleichfalls durch die ungewohnte Kultur bedingten Rindenwucherung und darauf folgenden Borkenbildung wird nirgends Erwähnung getan. Dies spricht dafür, daß gerade *Pinus longifolia*, die sich in der betreffenden Literatur nicht vorfindet, auf die abweichenden Verhältnisse in ganz besonders auffälliger Weise zu reagieren vermag. Diese Tatsache und zugleich die Richtigkeit der dargelegten Zusammenhänge wird uns nun weiter durch den Befund an gleichalterigen und unter gleichen Bedingungen herangewachsenen Exemplaren von *Pinus canariensis* Ch. Smith bestätigt, von welchen eines in Abb. 5 wiedergegeben ist. Aus der

Basis des Hauptstammes (Ha) entspringen 15, heute zu 31 bis 35 cm Länge herangewachsene Langtriebe und das dem Hypokotyl entsprechende Stück H zeigt eine ansehnliche Verdickung mit auffälliger Borkenbildung. Auch diese Verdickung ist wie bei *Pinus longifolia* außschließlich durch hyperhydrische Vergrößerung der Rinde verursacht; das abnormale Wachstum griff jedoch hier nicht auf den weiteren Zuwachs des Hauptstammes über.

II.

Seit HOCHSTETTERS Bericht aus dem Jahre 1880, worin mitgeteilt wird[1]), daß es ihm gelungen, aus zwei- oder dreijährigen Sämlingen von *Pinus canariensis* und *Pinus Pinea* durch Stecklings-

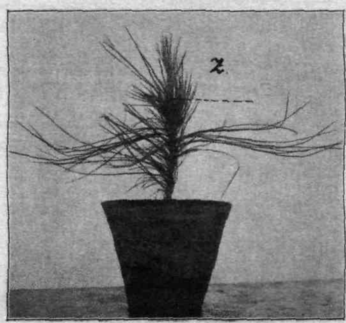


Abb 6. Etwas über $^1/_4$ der natürlichen Größe.

zucht Pflanzen zu gewinnen, die in der „Primordialform" verharren und den Seitentrieben unserer hier abgebildeten zwei Arten gleiche „bläulich grüne Büsche mit spiralig einzeln gestellten Nadeln von ungewöhnlicher Schönheit" zu produzieren, scheint die Heranzucht derartiger Jugendformen aus Stecklingen von *Pinus* im Gegensatze zu den leicht gelingenden von *Biota*- oder *Thuja*arten nicht mehr Erfolg gehabt zu haben.[2]) Ich glaubte daher, die sich bietende Gelegenheit, von *Pinus longifolia* Stecklinge zu gewinnen, ausnützen

1) W. HOCHSTETTER, die sogenannten *Retinispora*-Arten der Gärten-Regels Gartenflora 1880, S. 367.

2) Vergl. GOEBEL, Über die Jugendzustände der Pflanzen, Flora, 72 Jg., 1889, S. 36 und neuerdings *Organographie I, 2. Aufl., S. 384.*

zu sollen und wiederholte den Versuch im heurigen Vorfrühlinge mit einnadeligen Seitentrieben verschiedener Länge. Nach etwa vier Wochen waren die Triebe im feuchten Sande des Vermehrunngshauses noch ganz frisch und berechtigten mit Rücksicht auf das reiche, in ihnen lagernde Reservematerial zur Hoffnung auf Gelingen. Nach alter Vorschrift[1]) kamen sie um Johannis aus dem Sande. Nur der längste und oberste Seitentrieb der Stammpflanze (*δ* in Abb. 1B), hatte aus einem reichen, hellbraunem Kallus, an der morphologischen Unterseite eine starke, sich bald reichlich verzweigende Wurzel getrieben. Die übrigen Triebe blieben kallusfrei und unbewurzelt. Abb. 6 zeigt den Steckling nach Überpflanzung in Erde; Z ist der Zuwachs dieses Jahres, der die jugendliche Nadelform bewahrt hat.

III.

Die histologischen Verhältnisse der Rindenwucherung sind an der Hand beistehender Figuren bald erörtert. An Schnitten durch den Stammabschnitt III (Abb. 1 A), wo die Verdickung nur bis zu einem Anfangsstadium gediehen ist, geht hervor, daß gewisse stärkearme Zellen mit wasserhellem Inhalt, die in der primären Rinde beiläufig im Harzgangkreise liegen, mit radialer Streckung und darauf folgender ganz unregelmäßiger Segmentierung beginnen. Durch das vorzüglich in radialer Richtung zur Geltung kommende Ausdehnungsbestreben dieser Zellinseln, erscheinen die übrigen Elemente der primären Rinde, die sich durch ihren dichten Inhalt schon bei schwachen Vergrößerungen abheben, wie Maschen eines elastischen Netzes auseinandergezogen. Denselben Entwicklungsgang wie die schwellenden Inseln der primären Rinde machen in der Folge die parenchymatischen Bestandteile der äußersten Partien der sekundären Rinde durch, die sich bekanntlich auch bei unserer Waldföhre normalerweise durch ein großes Expansionsbestreben auszeichnen. Hier steigert sich dies derart, daß schließlich zwischen den großen und durch Segmentation stark vermehrten, in hoher Turgorspannung[2]) befindlichen Siebparenchymzellen die prosenchymatischen Elemente kaum mehr zu erkennen sind. Abb. 7C zeigt dies Verhalten für ein mittleres Stadium der Entwicklung: Die dunklen kleinen Inseln (s) zwischen dem großzelligen segmentierten Parenchyme sind auseinander gerissene Siebröhrengruppen. Die stärkereichen Rindenmarkstrahlen erscheinen zwischen den großen wasserklaren

1) HARTIG, Lehrbuch für Förster I, Stuttgart und Tübingen 1820.

2) Plasmolyse trat in diesen Zellen erst bei Anwendung von 8—10 % Kalisalpeterlösung ein.

Zellen mehrfach gedehnt und verschoben. Dort, wo die primäre Rinde ihre größte Dimension erreicht hat, in den ältesten Stammabschnitten, fehlt jede Differenzierung. Sie besteht aus völlig gleichartigen, großen, wasserklaren, radial gestreckten Zellen von elliptischer Form mit wenig Chloroplasten. Die Interzellularen sind überall sehr groß. Schon vorhin (Abb. 3B) machte ich darauf aufmerksam, daß sich an der geschilderten Auftreibung die Rinde im ganzen Längsverlaufe des Stammes nicht gleichmäßig beteiligt, daß vielmehr durch kräftigere Seitensproßanlagen die Wucherung gehemmt wird. An diesen Stellen geht das großzellige lockere Gewebe in ein kleinzelliges Kollenchym über. Abb. 7A soll zeigen, daß diese Hemmung bei Beginn der Wucherung schon an den Blattinsertionsstellen erfolgt; späterhin genügen nur mehr stärkere Achsen. Gleichzeitig aber gibt die Abb. mit den vielen dunklen Zellen in der sekundären Rinde — es ist ein mit Pikrokarmin gefärbter Schnitt — eine Vorstellung vom großen Gehalte an Rindengerbstoffen gerade in den schwellenden Elementen. Aus den größeren Zellen der primären Rinde sind die Gerbstoffe beim Schneiden herausgeflossen. Der Gerbstoffgehalt nimmt bei der ferneren Vermehrung der Rindenelemente in gleichem Verhältnis zu und stellt eine große Masse aus dem Stoffwechsel ausgeschalteter Assimilationsprodukte dar. In der durch Peridermstreifen von der Stoffwanderung ausgeschalteten Borke lagern schließlich ihre braunen Oxydationsprodukte teils in den Membranen, teils die großen Interzellularen vollkommen ausfüllend, teils als amorphe braune Klumpen im Lumen der Zellen selbst.

Die Borkenbildung, die wir in diesem Falle mit Rücksicht auf die Beschränkung auf die oedematischen Teile der Achse wohl mit Recht als Heilungsvorgang werden ansprechen dürfen, begann, wie schon einmal bemerkt, basal und schritt apikalwärts fort; heute ist Abschnitt III noch größtenteils borkenfrei. Ihre Entwicklung ist bemerkenswert. Das äußerst dünne, schließlich aus höchstens 8—10 Zellschichten bestehende Periderm, das nur eine verborkte Zelllage enthält, schneidet zunächst von jedem, je einer Blattbasis entsprechenden Wulste, ein beiläufig linsenförmiges Stück ab; hierbei schließt das Periderm des in der Blattstellungsspirale folgenden Wulstes an das Periderm des vorhergehenden Wulstes so an, daß übereinandergreifende, der Blattspirale gleichläufige Borkenschuppen entstehen. Diese Gesetzmäßigkeit wird bei der Anlage der weiteren Peridermflächen nach innen und oben eine Zeit lang beibehalten, so daß die Borkenschuppen besonders an der eingetrockneten Achse im Querschnitte Bilder ergeben, die uns von den Diagrammen

spiralig gebauter Blüten gut bekannt sind (Abb. 7D). Später wird die Gesetzmäßigkeit dadurch aufgehoben, daß der Vergrößerung der Wülste entsprechend größere Peridermblätter ausgebildet werden, die mehrere Borkenschuppen in wechselnder Zahl nach oben und seitwärts gemeinsam und gleichzeitig abschneiden. Am ältesten

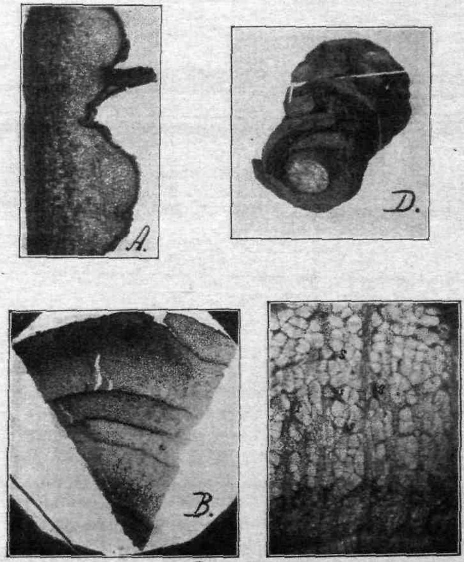


Abb. 7. A. 6,6 mal vergrößert. B. 5 mal vergrößert.
C. 26,6 mal vergrößert. D. Natürliche Größe.

Stammabschnitte wurden in einem Jahre vier Schuppenschichten hergestellt, so daß heute die gesamte primäre Rinde verborkt ist. Aus Abb. 7B (Rindensektor durch diesen Stammabschnitt) ist die Mächtigkeit ersichtlich. Das kurze dem Hypokolyl entsprechende basale Stück der Achse ist noch heute trotz seiner ansehnlichen Dicke nur in der oberen Hälfte verborkt.

Die abnormale Stammverdickung ist ausschließlich auf die Rinde beschränkt; der Holzkörper zieht von unten nach oben sich allmählich verjüngend durch den Stamm. Seine Elemente sind dem geringen Längenwachstum entsprechend kurz und wenig zahlreich, im allgemeinen aber durchaus von normalem Aussehen.

Innsbruck, botan. Inst. der Universität, im August 1915.

---

42. A. Pascher. Animalische Ernährung bei Grünalgen.

(Mit Tafel IX.)

(Eingegangen am 26. September 1915.)

Animalische Ernährung ist auch bei zellulären Pflanzen, von den fleischfressenden abgesehen, nur dann möglich, wenn die organischen Körperchen direkt dem Plasma einverleibt werden können. Die eine Form der Ernährung, wie sie bei gewissen Mykorhizen der Fall ist: Eindringen durch die Zellmembran, temporärer Symbiotismus mit nachheriger Verdauung des eingedrungenen Symbionten, konnte bei Algen nicht aufgezeigt werden.

Dagegen kann animalische Ernährung nicht von vornherein ausgeschlossen werden, wenn der Nachweis gelingt, daß die Protoplasten der Einzelzellen nackt anstreten. Hier ist die Möglichkeit gegeben, daß organische Körperchen direkt aufgenommen und verdaut werden.

Das Austreten der Protoplasten findet ja regelmäßig bei der Bildung der Schwärmer statt. Bei Algenschwärmern hat man aber noch keine Beobachtungen über animalische Ernährung gemacht.

Nun ist es aber bereits längere Zeit bekannt, daß die Protoplasten einzelner Grünalgen nicht bloß in Form von Flagellatenartigen Schwärmern austreten, es liegt eine Reihe von Beobachtungen vor, daß die Protoplasten anch amoeboid werden, sei es, daß die Flagellaten-artigen Schwärmer mit der Zeit amoebenartig werden, sei es, daß der Protoplast aus der Zelle direkt als kleine Amoebe austritt.

Ich sehe hier von den Beobachtungen STAHLs[1]) ab, der aus *Vaucheria*cysten den Inhalt amoeboid austreten sah, da hier die

1) STAHL, Über die Ruhezustände von *Vaucheria geminata* Bot. Zeitung XXXVII S. 122.

Möglichkeit nicht ganz ausgeschlossen erscheint, es wäre irgend ein Parasit mit unterlaufen. Dagegen ist es bereits seit längerer Zeit bekannt, daß die kopulierenden Schwärmer von *Draparnaudia* (es handelt sich hier um typische Mikrozoosporen) vor der Kopulation amoeboid werden und der Kopulationsakt selbst im amoeboiden Stadium verläuft. Das hat bereits KLEBS[1]) beobachtet, ich konnte dies wiederholt bestätigen,[2]) sowie auch nachweisen, daß diese Gameten auch im amoeboiden Stadium phototaktisch seien, wenn sich auch die Reaktion weniger heftig als bei den monadoid beweglichen Schwärmern äußert.

Hier handelt es sich aber um einen sekundär abgeleiteten Schwärmertyp. Daß auch der primäre Schwärmertyp, die direkt auskeimenden Makrozoosporen, an dem die Algen sonst ungemein zäh festhalten, gelegentlich amoeboid werden kann, wies ich an einer *Aphanochaete*-artigen Alge nach.[3]) Hier traten aus den Zellen entweder große, plumpe Makrozoosporen aus, die sich bald in Amoeben umwandelten, oder aber der Inhalt der Zellen trat direkt als grüne Amoebe aus. In beiden Fällen aber keimten diese amoeboiden Zoosporen direkt, umgaben sich mit einer Membran, teilten sich und bildeten einen kriechenden Zellfaden, kurz, verhielten sich völlig wie normale Makrozoosporen.

Ebenso glückte es mir zu zeigen,[4]) daß auch bei *Tetraspora* amoeboide Stadien vorkommen können.

Im Übrigen verweise ich auf meine Zusammenstellung der Fälle des Vorkommens amoeboider Stadien bei den verschiedenen Algengruppen, wie auch bei einzelnen Pilzen (siehe Note 4), aus der hervorgeht, daß amoeboide Stadien bei Pflanzen mehr verbreitet sind, als man nach den Angaben der verschiedenen Lehr- und Handbücher anzunehmen geneigt wäre.

Wenn animalische Ernährung bei Algen vorkommen sollte, so ist es naheliegend, sie gerade bei diesen amoeboid gewordenen Schwärmern zu vermuten. Von vornherein erscheint sie, wenn einigermaßen, so doch eher für den Typus der direkt auskeimenden Schwärmer, die Makrozoosporen möglich, weil diese entschieden primärer sind als die andern Schwärmertypen, die morphologisch

1) KLEBS, Die Bedingungen der Fortpflanzung. Jena 1896, S. 420.

2) PASCHER, Studien über die Schwärmer einiger Grünalgen. Stuttgart 1907, S. 51.

3) PASCHER, Über merkwürdige amoeboide Stadien einer höheren Grünalge in den Berichten der Deutsch. bot. Gesellschaft XXVII, S. 143.

4) PASCHER, Neuer Beitrag zur Algenflora des Böhmerwaldes. „Lotos" 1906, S. 166.

wie physiologisch sekundären Zwecken — Bildung von Dauerstadien, Kopulation — angeformt sind. Diesen gegenüber sind die Makrozoosporen viel ursprünglicher. Zwischen einer Flagellate, die vorübergehend zellulär wird, sei es in Form von Palmellen oder Gloeocysten oder in Form einer fest behäuteten Spore und dann wieder zum normalen Flagellatenstadium zurückkehrt, und einer Algenzelle, die nur gelegentlich Flagellaten-artige Schwärmer ausbildet, die nach kurzem Schwärmen wieder zellulär werden, liegt nur ein relativer Unterschied vor, kein absoluter. Und dieser Unterschied bezieht sich nur auf die relative Zeitdauer der beiden Stadien im vegetativen Leben: im ersten Falle dominiert das Schwärmerstadium, im zweiten das unbewegliche, zelluläre Stadium.

Schon aus dieser Überlegung heraus ergibt sich die Annahme des ursprünglichen Charakters der Makrozoosporen. Wenn wir die Algen als weiterentwickelte Flagellaten auffassen, und wir haben nichts was dagegen, aber sehr viel, was dafür spricht, dann haben die Makrozoosporen gewiß eine große phyletische Bedeutung, sie stehen unter den verschiedenen Schwärmertypen der Grünalgen, wirklich noch den „Flagellaten" am nächsten.

Nun gibt es aber fast keine Flagellatenreihe, die nicht auch animalische Ernährung hätte. Für einzelne gefärbte Flagellatenreihen ist dies bereits bekannt. Für andere wurde der Nachweis erst in letzter Zeit erbracht.[1])

Ja einzelne Flagellatenreihen sind in einigen Gattungen vollständig auf die animalische Ernährung eingestellt, sind völlig rhizopodial geworden, verbinden teilweise animalische Ernährung noch mit holophytischer; oft sind sie aber völlig apochromatisch geworden und gleichen sich den „echten" Rhizopoden so völlig an, daß sie von diesen nicht mehr unterschieden werden können. Es sei hier speziell auf die Chrysomonaden verwiesen, spez. *Chrysostephanosphaera* Scherffel, *Chrysidiastrum* Lauterborn, *Rhizochrysis* Pascher, den biologisch merkwürdigen *Rhizaster* Pascher oder *Chrysocrinus* Pascher, ferner auch *Chrysothylakion* Pascher, das einer monothalamen Foraminifere so völlig gleicht, daß es nur an Chromatophoren und Leukosin als Chrysomonade erkannt werden konnte, — ferner an das völlig farblose *Heterolagynion*. Unter den Dinoflagellaten wieder ist ja animalische Ernährung lange bekannt. Erwähnung verdient hier eine Amoebe, *Dinamoeba* Pascher, die sich

1) PASCHER, Studien über die rhizopodiale Entwicklung der Flagellaten. Archiv f. Protistenkunde XXXVI.

bei näherem Studium als eine völlig amoeboide Dinoflagellate entpuppte, die bei der Vermehrung noch *Gymnodinium*-artige Schwärmer bildet. (Vergl. die Arbeit unter Note 1, S. 429.)

Kurz wir haben bei vielen Reihen gefärbter Flagellaten eine abzweigende Reihe rhizopodial gewordener Descendenten und dieser Tatsache wurde auch im System Ausdruck gegeben, indem ich den monadoiden Chrysomonaden die rhizopodialen Rhizochrysidinae, den monadoiden Heterochloridales die rhizopodialen Rhizochloridinae und den monadoiden Dinoflagellaten die rhizopodialen Rhizodininae gegenüberstellte. Wie uns diese Tatsachen auch zwingen, den „Amoeben" respektive den Rhizopoden den gewohnheitsmäßig zugesprochenen primitiven Rang abzusprechen, und sie als abgeleitete Formen anzusprechen, die sich völlig auf die animalische Ernährung eingestellt haben, darüber sei auf meine „Studien über die rhizopodiale Entwickelung der Flagellaten" verwiesen. (Archiv für Protistenkunde ab Bd. XXXVI).

Es steht demnach fest, daß bei den gefärbten Flagellaten animalische Ernährung häufig, oft auch ausschließlich, vorkommt. Da nun die direkt auskeimenden Schwärmer unter allen Schwärmertypen der zellulären Algen den korrespondierenden Flagellatenreihen am nächsten stehen, ja oft noch derzeit — abgesehen von ihrer Entwicklung — von ihnen nicht unterschieden werden können, so liegt es nahe anzunehmen, daß für den Fall, daß animalische Ernährung bei den Algen vorkommen sollte, gerade diese Möglichkeit am ehesten bei den Makrozoosporen verwirklicht sein könnte.

Es sei nun die Tatsache gleich vorweggenommen, daß tatsächlich wiederholt animalische Ernährung beobachtet werden konnte. Die Beobachtungen beziehen sich auf drei verschiedene Grünalgen und wurden im Laufe der letzten 12 Jahre gemacht. Von diesen beobachteten drei Fällen bezogen sich zwei Fälle tatsächlich auf die direkt keimenden Schwärmer, die Makrozoosporen. Daß aber nur in drei Fällen animalische Ernährung beobachtet wurde, könnte von vornherein die Annahme billig erscheinen lassen, animalische Ernährung sei bei Grünalgen selten. Es möge aber vielleicht dabei doch nicht vergessen werden, daß alle mikroskopisch beobachteten Fälle doch immer nur einen perzentuell kaum mehr ausdrückbaren, winzigen Bruchteil der in der Natur allenthalben und in einem großen Teil des Jahres sich vollziehenden Fälle bedeutet, vielleicht einen umso winzigeren, als speziell in der letzten Zeit die direkten Beobachtungen entwick-

lungsgeschichtlicher Vorgänge bei den Niederen gar spärlich geworden sind.

Deshalb kommt vielleicht den beobachteten Fällen eine allgemeinere Bedeutung zu, als die des prinzipiellen Nachweises animalischer Ernährung bei zellulären Algen überhaupt.

Animalische Ernährung wurde zunächst beobachtet bei den Makrozoosporen eines unbestimmbaren *Stigeoclonium*, den Gameten von *Draparnaudia*, ferner bei einer *Tetraspora*.

Tetraspora.

Amoeboide Stadien sind für *Tetraspora* bereits bekannt.[1]) Die vegetativen Zellen von *Tetraspora* bilden zu Zeiten direkt dickwandige, braune, schwach skulpturierte Dauerzellen, die eine mehrschichtige Membran besitzen. Diese Dauerzellen sind völlig identisch mit jenen Dauerzellen, die unter den Chlamydomonaden z. B. *Chlamydomonas nivalis* oder *Haematococcus* durch direkte Umwandlung der beweglichen Zellen gebildet werden.

Doch kommen aus diesen kleinen Dauerzellen manchmal kleine Amoeben, die eine Zeit lang in der Gallerte des ursprünglichen Lagers herumkriechen.

Diese kleinen *Tetraspora*-Amoeben, die durch Verflüssigung der Gallerte des ursprünglichen Lagers, sowie durch die Eigenbewegung frei werden, verhalten sich dann genau so wie die Schwärmer, die sonst aus diesen Dauerzellen hervorzugehen pflegen: auch sie kommen mit der Zeit zur Ruhe, umgeben sich mit Gallerte, teilen sich nun im unbeweglichen Zustande und bilden kleine neue Lager.

Bei fast allen *Tetraspora*-Amoeben konnte animalische Ernährung beobachtet werden. Meist waren die Pseudopodien sehr breit und plump, seltener waren die abenteuerlichen langgezogenen Formen zu finden, wie sie bei den amoeboiden Stadien von *Stigeoclonium* häufiger waren. Ihre Beweglichkeit war nicht sehr lebhaft. Habituell erinnerten sie stark an die kleinen Amoeben der *Limax*-Reihe. Aufnahme von kleinen anderen Organismen erfolgte reichlich. Kleine Bakterien, kleine Blaualgen, wie kleine Protococcalen unbestimmter Gattung wurden am meisten aufgenommen. Dickwandige Sporen — es konnte auch gesehen werden, daß die kleinen Amoeben *Tetraspora*-Cysten des gleichen Lagers umflossen — wurden nicht aufgedaut, sondern meist nach kurzer Zeit wieder ausgestoßen.

1) Vergl. Note 4, S. 428.

In allen Details der Ernährung verhielten sich die kleinen *Tetraspora*-Amoeben wie „echte“ Amoeben.

Bei gegenseitiger Berührung erfolgte relativ rasches Einziehen der betreffenden Partien. Gegen starke Belichtung waren sie empfindlich, nur erfolgte die Reaktionsbewegung selbstverständlich langsamer als bei den agilen Schwärmern. Es ist dies ja auch bereits bei den *Draparnaudia*-Gameten sowie bei den völlig amoeboiden Makrozoosporen der *Aphanochaete*-artigen Grünalgen seinerzeit von mir beobachtet werden.

Daneben fand gewiß auch ausgiebige CO_2-Assimilation statt. Es ließ sich deutlich die bekannte Bakterienanziehung um die *Tetraspora*-Amoeben zeigen, wie auch das deutliche Pyrenoid im lebhaft grünen Chromatophoren zahlreiche Stärkekörnchen aufgelagert hatte.

Da sämtliche kontinuirlich beobachteten Amoeben sich in ihrer Weiterentwicklung normal verhielten — sie kamen nach längerer oder kürzerer Zeit zur Ruhe (einige blieben tagelang amoeboid in der kühlgestellten feuchten Kammer), bildeten kleine grüne Zellen, die sich lebhaft teilten, mit Gallerte umgaben und kleine Lager darstellten, — so ist kaum anzunehmen, daß hier ein pathologischer Fall vorliegt, wie es z. B. das plötzliche Amoeboidwerden absterbender nackter Monaden ist. Sondern wir müssen gerade aus der Häufigkeit des Auftretens dieser Stadien sowohl, wie auch aus dem sonst normalen Entwicklungsgang annehmen, daß die Bildung amoeboider Stadien bei der beobachteten *Tetraspora*, wohl nicht das regelmäßige Verhalten, im Übrigen aber keine Abnormität darstellt.

Im Übrigen schien es mir, als ob die zur Ruhe gekommenen Zellen sich rascher und lebhafter teilten, wenn sie aus einem amoeboiden Stadium hervorgegangen waren, als wenn sie durch Umwandlung von Schwärmern entstanden waren.

Räumlich genau bestimmte Einzelzellen in der feuchten Kammer ließen diese Annahme als wahrscheinlich erscheinen.

Von 12 solchen zur Ruhe gekommenen Zellen, die aus *Tetraspora*-Schwärmern hervorgegangen waren, hatten sich 9 nach 24, die andern nach 36 Stunden geteilt, die zweite Teilung erfolgte bei beiden nach annähernd zwei Tagen.

Von 8 aus Amoeben hervorgegangenen Zellen erfolgte die erste Viererteilung an 6 Individuen bereits nach 5 Stunden, bei den andern beiden nach 12, die zweite Teilung aber noch vor Ablauf der nächsten 24 Stunden, jedenfalls war diese zweite

Teilung dann bereits vollzogen, eine genaue Zeitangabe ist aber nicht möglich, da ich erst nach 24 Stunden kontrollierte.

Die beschriebenen Fälle animalischer Ernährung bei *Tetraspora* haben aber noch ein weiteres Interesse. Bis jetzt waren für fast alle Reihen gefärbter Flagellaten Fälle animalischer Ernährung bekannt geworden: bei den Chrysomonaden ist sie sehr häufig, bei den Heterochloridalen konnte sie ebenfalls festgestellt werden, auch bei den Chloromonadinen, den Cryptomonadinen wie auch für die Eugleninen kennen wir Fälle animalischer Ernährung. Nur für die Volvocalen liegen keine Beobachtungen über animalische Ernährung vor. Nun sind aber Tetrasporalen und Volvocalen sehr nahe verwandt, eigentlich liegt der Unterschied zwischen beiden nur in ihrer Lebensweise. Die Volvocalen verbringen ihr Leben vorherrschend im beweglichen monadoiden Stadium und bilden ihre gallertumhüllte Ruhestadien in Form von Palmellen oder Gloeocysten nur fakultativ aus, die Tetrasporalen sind genau so gebaut wie die Volvocalen, bevorzugen aber die Palmella- oder Gloeocystenstadien und bilden die monadoid beweglichen Stadien nur zu Zwecken der Propagation. Zwischen Tetrasporalen und Volvocalen gibt es alle denkbaren Übergänge, von vielen Formen ist es unmöglich, sie der einen oder der andern Reihe gut einzugliedern. So gibt es z. B. *Chlamydomonas*-Arten, die vorherrschend palmelloid leben und relativ große Gallertlager bilden, und andrerseits tetrasporale Formen mit derart locker gebildeten Lagern, daß die Einzelindividuen ihre Eigenbewegung in der Gallerte beibehalten haben und auch häufig genug ausschwärmen.

Jedenfalls laufen beide Reihen ineinander. Da nun für die Volvocalen bislang noch keine Fälle animalischer Ernährung bekannt sind, so hat die animalische Ernährung bei *Tetraspora* insofern Wert, als sie zeigt, daß auch bei ganz nahe verwandten Volvocalendeszendenten animalische Ernährung vorkommt.

Damit ist aber der Nachweis erbracht, daß sich die Volvocalen auch in puncto animalischer Ernährung nicht principiell verschieden von den andern Reihen gefärbter Flagellaten verhalten und auch bei ihnen die Tendenz zur Bildung zweier biologischer Reihen: eine mit vorherrschend holophytischer, die andere mit animalischer Ernährung, besteht, welche beiden Reihen ja speziell bei den Chrysomonaden und Dinoflagellaten besonders schön entwickelt sind, bei denen die Betonung animalischer Ernährung bis zur Bildung völlig und dauernd rhizopodialer Formen geführt hat.

So hat der Fall „animalische Ernährung bei *Tetraspora*" noch eine allgemeine Bedeutung.

Stigeoclonium spec.

Auch der zweite Fall animalischer Ernährung bei Grünalgen wurde an dem primären Schwärmertyp, den Makrozoosporen, gefunden. Es ist dies auch zugleich eine Parallele zu den seinerzeit beobachteten amoeboiden Makrozoosporen bei der *Aphanochaete*-artigen Grünalge.[1])

Hier war es aber ein echtes *Stigeoclonium* mit wohlentwickelten Wasserstämmen und relativ schwach ausgebildeter Sohle. Die Art war nicht bestimmbar, wie es ja meistens bei Stigeoclonien der Fall ist, die nur gelegentlich gefunden werden und nicht länger studiert werden können.

Die Wasserstämme dieses *Stigeoclonium* verhielten sich genau so, als ob sie in der Bildung von Makrozoosporen begriffen wären. In den Zellen der größeren Stämme trat meist Protoplastenzweiteilung ein, in den Zellen der Äste höherer erfolgte der Austritt der Protoplasten ohne solche. Die Protoplasten traten sowohl als Schwärmer wie auch als Amoeben aus. Letzteres war ungleich häufiger der Fall. Das Austreten erfolgte in normaler Weise.

Die Makrozoosporenamoeben waren im Prinzip wie die Makrozoosporen gebaut. Das in der vegetativen Zelle ringförmige Chromatophor war mehr muldenförmig, das längliche, strichförmige Stigma sprang nicht leistig vor, die beiden kontraktilen Vakuolen waren vorhanden. Die Lokomotion erfolgte durch Bildung breiter, relativ kurzer Pseudopodien, die oft eine Seite des ganzen Protoplasten einnahmen. Oft waren die Amoeben sehr gedehnt, lang nach zwei Seiten ausgezogen, stellenweise fadenförmig verdünnt, so dass ganz abenteuerliche Formen zustandekamen.

In ihrer Weiterentwicklung verhielten sich amoeboide wie schwärmende Makrozoosporen völlig gleich. Nach einiger Zeit kamen sie zur Ruhe, legten sich meist an eine Unterlage an, gleichzeitig war Membranbildung erfolgt, dann erfolgte Streckung, der Chromatophor bekam seine ursprüngliche Form, bald erfolgte Zellteilung. In der weiteren Entwicklung verhielt sich auch dieses *Stigeoclonium* in keiner Weise abweichend von den anderen Stigeoclonien.

Nur in einem Punkte wichen die amoeboiden Makrozoosporen von den schwärmenden ab: in der Zeit ihrer Beweglichkeit. Während die Schwärmer nur kurze Zeit beweglich blieben, meist

1) Vergl. Note 3, S. 428.

bereits nach 15—30′ zur Ruhe kamen, behielten die im gleichen Materiale, im gleichen Präparate befindlichen amoeboiden Makrozoosporen ihre Beweglichkeit durch viele Stunden, ja über einen Tag lang bei. Manchmal waren an den annähernd gleich alten Schwärmern bereits zweizellige Keimlinge entstanden, während die amoeboiden Formen noch herumkrochen.

Natürlich gilt dies Verhältnis nur für die gegebenen Bedingungen. Gerade die Dauer der Beweglichkeit der Makrozoosporen hängt zum Teil auch von äußeren Faktoren ab, die Makrozoosporen desselben *Stigeoclonium* keimten entschieden rascher bei höherer Temperatnr und blieben länger beweglich bei tieferer Temperatur. Dann spielt hier sicher auch das bei den amoeboiden wie schwärmenden Makrozoosporen entschieden verschiedene Sauerstoffbedürfnis mit.

Doch darüber andernorts.

* * *

Diese amoeboiden Makrozoosporen zeigten nun lebhafte animalische Ernährung. Sie war so häufig, daß fast keine Individuen ohne anfgenommene Nahrungsballen gefunden wurden. Aufgenommen wurden fast alle im Magma zahlreich vorhandenen und dabei zugänglichen Organismen: Bacillariales, Bakterien, Blaualgen, Grünalgen und auch Desmidiaceen.

Auffallend waren besonders jene Individuen, die eine sehr zahlreich vorhandene kleine *Oscillaria* in langen Fäden in sich aufnahmen. Die durch die spiralige oder schleifenförmige Einrollung der aufgenommenen *Oscillaria* entstehenden auffallenden Bilder stimmten ganz mit jenen überein, die man in vielen Arbeiten speziell RHUMBLERS über echte Amoeben findet, und die ja auch inbezug auf ihre mechanischen Verhältnisse ausgedeutet wurden.

Auffallend waren auch amoeboide Makrozoosporen, die stark in die Länge gezogen, förmlich aus zwei Teilen zu bestehen schienen, die nur durch eine schmale Plasmabrücke in Zusammenhang standen, von denen der eine Kern Chromatophor und Stigma, der andere einen oft mächtigen Nahrungsballen hatte.

Lange vor der Keimung wurde der Fremdkörper wieder ausgestoßen.

Draparnaudia.

Für diese hochdifferenzierte Alge, die im Prinzip bereits die Gliederung von Wurzel-, Stamm- und Blatt-analogen Organen erkennen läßt, die ein deutlich differenziertes Rhizopodensystem,

einen Hauptstamm und seitenständige assimilierende Astbüschel besitzt, hat bereits KLEBS die Existenz amoeboider Gameten nachgewiesen. Als Gameten dienen hier die Mikrozoosporen. *Draparnaudia* besitzt im Gegensatz zu *Ulothrix zonata* und manchen *Stigeoclonium*-Arten nur zwei Schwärmertypen, den großen, direkt keimenden, Schwärmertyp, die Makrozoosporen, und den kleinen Schwärmertyp, die Mikrozoosporen, deren ursprüngliche Funktion die Erhaltung der Art bei ungünstigen äußeren Faktoren ist. Dieser Mikrozoosporentyp ist bereits bei *Ulothrix* vorhanden; funktionell vollständig ausgebildet erscheint er erst bei den höheren Stigeoclonien und bei *Draparnaudia*. Hier bilden die Mikrozoosporen entweder nach kurzem Schwärmen, meist aber, ohne aus der Mutterzelle auszutreten, dickwandige Dauerstadien, die Aplanosporen. Bei dem Mangel eigener Geschlechtsschwärmer — Gametozoosporen — bei *Draparnaudia* und einzelnen Stigeoclonien, hat nun der Mikrozoosporentyp bei diesen Algen auch noch sexuelle Funktion, die er bei den niederen Stigeoclonien und *Ulothrix* nicht besitzt, da bei diesen hierfür eigene Gametozoosporen vorhanden sind. In diesem Sinne sind also die Aplanosporen zugleich auch Parthenosporen, nur darf hier nicht übersehen werden, daß letztere Deutung erst sekundär ist, da die Mikrozoosporen zunächst nur die Funktion der Erhaltung bei ungünstigen äußeren Faktoren haben und erst bei den höheren Grünalgen, mit dem Ausfall der eigentlichen Gametozoosporen, die sexuelle Funktion zeigen. Soviel darüber, es sei inbezug auf die ungemein verwickelten Verhätnisse der einzelnen Schwärmertypen und ihre Beziehung zur Sexualität auf die „Studien über die Schwärmer einiger Grünalgen“[1]) verwiesen, in denen ich diese Dinge zu klären versuchte.

Bei *Draparnaudia* vollzieht sich der Geschlechtsakt durch Kopulation vierwimperiger Mikrozoosporen, deren ursprüngliche Aufgabe die Bildung ungeschlechtlicher Dauerzellen, der Aplanosporen, war. Diese vierwimperigen Mikrozoosporen werden nun, wie bereits KLEBS[2]) zeigte und wie ich wiederholt bestätigen konnte, vorher amoeboid, kriechen unter deutlicher Ortsveränderung und unter deutlicher Reaktion auf die Lichtverhälntisse herum und kopulieren relativ langsam unter Bildung von kugeligen derbwandigen Zygoten.

Über die Bedingungen der Gametenbildung hat KLEBS in seinem Buche Angaben gemacht, die sich durchwegs bestätigten.

---

1) PASCHER „Studien über die Schwärmer einiger Grünalgen“, Stuttgart 1907.

2) KLEBS, siehe Note 1, S. 428.

Im Übrigen läßt sich speziell bei *Draparnaudia* die Bildung der Makrozoosporen und Mikrozoosporen in den Frühjahrsmonaten leicht beobachten und ihre weitere Entwicklung verfolgen.

Die folgenden Beobachtungen wurden im südlichen Böhmerwalde gemacht (in Mugran), wo *Draparnaudia* in den ersten Frühjahrsmonaten häufig auftritt und dann kleine Wassertümpel, mit Wasser gefüllte Wagengeleise in den Wiesen dicht mit ihren hellgrünen Massen ausfüllt.

Da bei *Draparnaudia* die Kopulation fast durchgehends im amoeboiden Zustand erfolgte, dieser leicht zu beobachten ist, lag auch hier nahe, gelegentlich animalische Nahrungsaufnahme zu suchen.

Die Erwartungen erfüllten sich nicht ganz. So häufig amoeboide Stadien der Mikrozoosporen gefunden wurden, so selten kam animalische Ernährung vor. Einwandfrei konnte ich sie nur einige wenige Male sehen. Es ist aber nicht ausgemacht, ob aus den spärlichen Befunden die analogen Schlüsse auf die Häufigkeit animalischer Nahrungsaufnahme gemacht werden dürfen.

Bei *Draparnaudia* fanden sich nur kleine Grünalgen (auch Chlamydomonaden) und Blaualgen in den amoeboiden Gameten, nie aber Blaualgen oder Bacillariales. Ich glaube aber nicht an eine Spezialisation, ähnlich der, wie sie bei manchen animalisch lebenden Flagellaten vorhanden ist, wo einzelne fast nur Eugleninen, andere fast nur Grünalgen und Bacillariales, nicht aber Blaualgen aufnehmen.

Meist waren es protococcoide Grünalgen, oft von ganz bedeutender Größe, auch ein *Scenedesmus* wurde einmal aufgenommen. Es fand sicher Verdauung statt, die Grünalgen machten dieselben Veränderungen durch, wie in echten Amoeben, schließlich wurde der unverdauliche Rest in Form eines runzeligen braunen oder schwarzen Ballens ausgestoßen.

Abnorm verzerrte, gestreckte, fast fadenförmig verdünnte Formen kopulierender Gameten fanden sich ganz in derselben Weise, wie sie bei *Stigeoclonium* vorkamen.

Die Kopulation verlief wie immer bei *Draparnaudia* relativ langsam; bevor sich die Zygote kugelig zusammenballte, wurden alle Reste ausgestoßen.

* * *

Auf eine Tatsache sei hier noch hingewiesen. Es wurde bereits bei der Besprechung der amoeboiden Makrozoosporen bei *Stigeoclonium* erwähnt, *daß sie sich im Wesentlichen der Keimung,*

mit den *schwärmenden gleich verhielten*, sobald *man von ihrer ungemein* verschiedenen Dauer der Beweglichkeit absieht. Bewegen sich ja die Schwärmer nur bis längstens 30—40, meist aber nur einige wenige Minuten; die Amoeben aber stundenlang, von 8 bis sicher 36 Stunden, wobei diese Zahlen gewiß noch etwas größer sind als angegeben, da viele Amoeben nicht vom Moment ihrer Ausschlüpfung an verfolgt werden konnten.

Verschieden verhalten sich aber die beiden Makrozoosporen-ausbildungen in Bezug auf die Zeit, nach der sich der vorerst einzellige Keimling teilt, also zweizellig wird.

Von 40 räumlich markierten, im Moment der Festsetzung notierten Keimlingen aus Schwärmern *teilten* sich

	7	6	21	3	3	Schwärmer
zwischen	*21—24*	*24—27*	*27—30*	*30—33*	*33—36*	Stunden.

Von ebenso vielen Keimlingen, die aus Amoeben hervorgegangen waren

	31	4	5	Schwärmer
zwischen	0—3	3—6	6—9	Stunden geteilt.

Die erste Teilung erfolgt also an den Keimlingen, die aus Amoeben hervorgegangen waren, ungleich rascher — zu allermeist bereits innerst der ersten 3 Stunden — als bei denen die von Schwärmern stammten und die meist erst nach 27—30 Stunden sich teilten.

Dabei ist zu bemerken, daß die äußern Bedingungen so weit als möglich dieselben waren. Im Übrigen konnte auch an frisch aus dem Freilande gebrachten Materiale leicht gesehen werden, daß auch hier tatsächlich die Amoebenkeimlinge sich rasch teilten, die Schwärmerkeimlinge nur langsam, wenn auch nicht anzunehmen ist, daß im Freilande die Zeitdifferenzen in der gleichen Weise vorhanden sind, sondern sich auch diese entsprechend den verschiedenen Verhältnissen verschieben können. Das ändert aber nichts an der Tatsache, daß die große Differenz besteht.

Man *könnte vielleicht denken, daß die reichliche animalische* Ernährung diese rasche Teilung der Keimlinge mitbewirke. Dafür spricht auch der Umstand, daß isolierte Amoeben ohne beigegebene Algen, die also keine oder zum Mindesten nur sehr kurz dauernde Gelegenheit zur animalischen Ernährung hatten, als Keimlinge sich ebenfalls viel langsamer teilten, als solche mit reichlicher animalischer Ernährung.

Ob die Amoeben ohne ausgiebige animalische Ernährung sich auch so lange bewegten, wie solche mit derselben, konnte deshalb

nicht ermittelt werden, weil sie nicht vom Zeitpunkt ihres Freiwerdens an beobachtet werden konnten.

So erscheint es als wahrscheinlich, daß reichliche animalische Ernährung beschleunigend auf die Teilung der Keimlingszellen einwirkt, wofür noch speziell jene Amoeben sprechen, die sich nur wenige Stunden bewegen, sich dabei animalisch ernähren und sich trotzdem rasch als Keimling teilen.

Bei den andern Makrozoosporen aber, die lange sich wie Amoeben ernähren und lange beweglich bleiben, liegt aber doch der Fall so, daß sie sich ihre Substanz größtenteils vor der Keimung ausbilden, im Gegensatz zu den rasch keimenden Schwärmern, die sich die nötige Substanz während des bei ihnen lange dauernden Stadiums des einzelligen Keimlings, holophytisch beschaffen.

* * *

Bemerkt sei auch noch das Verhalten der kontraktilen Vakuolen, bei diesen amoeboiden Zoosporen. Im Schwärmer befinden sich beide Vakuolen meist vorne und einander ziemlich genähert. Bei den Amoeben werden sie aber oft weit von einander entfernt angetroffen. Speziell bei den merkwürdig gestreckten Formen ist der räumliche Abstand zwischen ihnen sehr groß. Trotzdem aber bleibt der Pulsationsrhythmus derselbe.

Es ist dies ganz analog zu dem Verhalten der wandernden kontraktilen Vakuolen mancher metabolischer Flagellaten oder vieler Amoeben, bei denen sich das gleiche Verhalten zeigen läßt.

Bemerkenswert scheint aber der Umstand, daß der Rhythmus sich ändert, wenn eine der beiden Vakuolen verloren geht. Bei den langgezogenen Amoeben, deren Plasma sich manchmal an den Enden ansammelt, gelingt es nicht unschwer, die beiden nur durch einen dünnen Strang verbundenen Plasmapartien durch Zerreißen dieses Stranges zu isolieren. Nicht selten befindet sich nun in den beiden Teilen je eine Vakuole. Die Vakuole im kernlosen Teile stellt bald ihre Pulsation ein, wohl deshalb, weil ja dieser Teil bald desorganisiert. Der kernhaltige Teil bleibt aber erhalten und seine nunmehr einzige Vakuole pulsiert weiter. Aber nicht mehr im selben Rhythmus, sondern meist viel rascher, besonders wenn dieser kernhaltige Teil der bei weitem größere von beiden ist. Das Tempo verlangsamt sich aber, wenn dieser kernhaltige Teil relativ klein ist. Dabei verhalten sich diese kernhaltigen Teile im Weiteren, wie wenn sie intakt geblieben wären, ja sogar ganz kleine solcher Teile, die oft noch ein Stück des Chromatophoren verloren hatten,

entwickelten sich mit der Zeit, meist nach wenigen Stunden, zur normalen Größe und keimten normal aus.

Jedenfalls besteht eine direkte Beziehung zwischen der Größe solcher abgetrennter, kernhaltiger Teile und der Pulsationszeit und Zahl ihrer Vakuolen, was wohl auch auf ihre funktionelle Bedeutung hinweist.

Es wurden auch Untersuchungen gemacht über die Bedingungen amoeboider Formbildung aus Flagellaten- und Algenschwärmen. Dabei konnten sicher die Beziehungen zu äußeren Faktoren gezeigt werden, die aber nicht die einzigen Bedingungen sind. Darüber soll andernorts berichtet werden.

Zusammenfassung.

1. Es werden von *Tetraspora*, *Draparnaudia*, *Stigeoclonium* neuerdings amoeboide Stadien angegeben.

2. Die amoeboiden Stadien entsprechen bei *Tetraspora*, wo sie aus den Cysten, wie auch bei *Stigeoclonium*, wo sie aus vegetativen Zellen hervorgehen, den direkt keimenden Schwärmern (Makrozoosporen) und sind völlig homolog den seinerzeit für eine *Aphanochaete*-artige Grünalge angegebenen amoeboiden Stadien. Bei *Draparnaudia* entsprechen sie (KLEBS, PASCHER) den Mikrozoosporen, die hier zugleich als Gameten funktionieren.

3. Bei den amoeboiden Makrozoosporen von *Tetraspora* und *Stigeoclonium* wurde ausgiebige animalische Ernährung beobachtet: Aufnahme kleiner Organismen (Bakterien, Blaualgen, Diatomeen, Grünalgen, Flagellaten, Desmidaceen) in plumpe Pseudopodien, Bildung von Nahrungsvakuolen um die aufgenommenen Objekte und Verdauung mit darauf folgender Ausstoßung der unverdaulichen Reste, ein Vorgang, der völlig mit der animalischen Ernährung „echter" Amoeben übereinstimmt. Bei den *Draparnaudia*-Gameten konnte diese animalische Ernährung nur in wenigen Fällen beobachtet werden.

4. Die Amoeben-Makrozoosporen behielten ihre Beweglichkeit viel länger als die Schwärmer-Makrozoosporen; wie auch ihr Verhalten gegen Licht, Temperatur sich nicht mit den Schwärmer-Makrozoosporen zu decken scheint.

5. Dagegen ist in ihrer Weiterentwicklung kein prinzipieller Unterschied gegenüber den letzteren: sie keimen in der gleichen Weise.

6. Relativ verschieden verhalten sie sich nur darin, daß bei den auskeimenden Amoeben-Makrozoosporen nach dem Eintreten der Ruhe die erste Teilung viel rascher erfolgt als bei den Schwärmer-Makrozoosporen. In Anbetracht des Umstandes, daß die amoeboiden Makrozoosporen gewöhnlich viel länger beweglich bleiben und so später keimen als die Schwärmer-Makrozoosporen, ergeben sich aber keine wesentlichen Wachstumsdifferenzen an den jungen Pflanzen (*Stigeoclonium*) beiderlei Herkunft.

7. Der Tatsache, daß bei *Tetraspora* animalische Ernährung vorkommt, kommt eine weitere Bedeutung deshalb zu, weil damit animalische Ernährung auch für die Volvocales indirekt nachgewiesen wird, für die, als der einzigen Reihe der Flagellaten, der Nachweis animalischer Ernährung noch nicht erbracht war.

Man hat sich angewöhnt, animalische, amoeboide Ernährung als primitives Charakteristikum anzusehen und den damit verbundenen rhizopodialen Charakter als Kennzeichen niederer Organisation hinzustellen. Und trennt großenteils nach diesem Gesichtspunkt das Pflanzenreich vom Tierreich, inmitten einer im Prinzip einheitlich organisierten Reihe wie die Flagellaten, voneinander ab, stellt die holophytischen herüber, die animalischen hinüber und zerreißt damit oft die engsten Gruppen. Diese gekünstelte Auffassung wird speziell dann klar, wenn man die Behandlung der Flagellaten in unseren Lehr- und Handbüchern betrachtet, in denen meist nur die Volvocalen ihre natürliche Stellung einnehmen, oder in denen so häufig nach wie vor, die Myxophyten, deshalb, weil sie vorherrschend animalisch leben, als niederste Gruppe zu Beginn zu stehen kommen, trotzdem sie in Bezug auf Sexualität und Generationswechsel höher stehen, als sämtliche Grünalgen und die meisten Braunalgen.

Wenn nun gezeigt wird, daß animalische Ernährung und Ausbildung rhizopodialer Formen, nicht nur in allen Reihen der Flagellaten mit der Marke „Pflanzen" vorkommt und bei ihnen auch zur Bildung dauernd rhizopodialer Formen führt, daß animalische Ernährung und zwar in der „primitivsten" amoeboiden Form auch bei echten, „unzweifelhaften" Pflanzen vorkommt, bei hochorganisierten, in Bezug auf Organentwicklung hochdifferenzierten Algen, wie *Stigeoclonium* oder *Draparnaudia*, so läßt uns das den Formalismus, das Konstruierte unserer systematisch verwerteten „Haupt"merkmale besonders erkennen. Und läßt uns vielleicht ahnen, daß die gemeinsamen Züge beider Reihen, der Tiere und

Pflanzen doch viel tiefer ineinandergreifen, als es den uns geläufigen Darstellungen entnommen werden kann.

Leysin, Schweiz.
Prag II, Weinberggasse 3a — Mitte September 1915.

Erklärung der Tafel IX.

v = kontraktile Vakuole, *n* = Nahrungsballen.

Abb. 1. Amoeboide Makrozoosporen von *Testrapora*, speziell solche die aus Cysten ausschlüpften.

Abb. 2—5. Animalische Ernährung bei den kopulierenden Mikrozoosporen von *Draparnaudia*. Bei 2 mit einer aufgenommenen *Chlamydomonas*. Bei 2 und 3 die beiden kontraktilen Vakuolen weit auseinander gerückt.

Abb. 6—11. Animalische Ernährung bei den Mikrozoosporen eines *Stigeoclonium*. Bei 7 und 11 mit weit auseinander gerückten kontraktilen Vakuolen. Bei 9 mit einer aufgenommenen ungemein feinen *Oscillaria*. Bei 10 mit eben ausgestoßenem unverdaulichen Restballen.

Abb. 12. Cysten einer unbekannten Chlorophycee, deren Inhalt als Amoebe austritt.

Die beigesetzten Striche veranschaulichen 10 μ bei den angewendeten Vergrößerungen.

43. Ludw. Geisenheyner: Der Schleuderapparat von Dictamnus fraxinella Pers.

(Mit 1 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 8. Oktober 1915.)

Eine der schönsten und in mehrfacher Hinsicht interessanten Pflanzen des Nahegebietes ist *Dictamnus fraxinella* Pers. Sie muß früher hier sehr häufig gewesen sein, da sie bereits dem alten HIERONYMUS BOCK aufgefallen ist. Er gibt in seinem Kräuterbuche sonst nur allgemeine Verbreitungsbezirke an, z. B. Ydar, Westrich, Schwarzwald usw., bei ihr aber nennt er Kreuznach, Kirn und Dhaun ausdrücklich. Wenn nun, um mit ihm zu reden, die „hohen, velsechten und dürren Berge“, wo sie gern wächst, auch noch für ein anderes Gewächs ein sehr geeigneter Boden sind, nämlich für den Weinstock, so ist es ja nicht zu verwundern, daß dieser mit Hülfe des ihm befreundeten Menschen dem Diptam seine Standorte vermindert. Erst vor wenigen Jahren ist vom Staate ein dem Lemberg gegenüberliegender großer Waldbestand

angekauft und in eine dem Weinbau zum Muster dienen sollende Domäne umgewandelt worden. Hierbei ist eine große Zahl Standorte charakteristischer Nahetalpflanzen vernichtet worden, darunter auch ein sehr ausgedehnter vom Diptam. Von ihm aus ist es mir gelungen, einige Pflanzen in meinen Garten zu retten, wo ich sie nun alljährlich mit Muße betrachten und beobachten kann. Dabei ist mir u. a. aufgefallen, mit welcher Kraft sie ihre Samen ausstreuen, noch mehr aber wundere ich mich darüber, daß ihr Schleuderapparat in biologischen Werken garnicht erwähnt wird. In der mir zugänglichen Literatur habe ich darüber nur in der von ERNST H. L. KRAUSE besorgten Neuauflage der STURMschen Flora von Deutschland eine 3 Reihen lange Andeutung gefunden. Da diese aber nicht geeignet ist, den Vorgang zu erklären, mir auch Herr Hofrat Prof. Dr. LUDWIG in Greiz auf meine Anfrage mitteilte, daß auch ihm darüber nichts aus der Literatur bekannt sei, so entschloß ich mich, in Folgendem eine genaue Darstellung des Schleuderapparates und Schleudervorganges zu geben.

Meine genaueren Beobachtungen begannen Ende Juli d. J., als nur noch die oberen und eine Anzahl der mittleren Blüten der Rispe vorhanden waren, die untersten Stiele der Infloreszenz aber schon ziemlich reife Früchte trugen, deren Öldrüsen noch immer eine Fülle von Duft ausströmten.[1]) Die aus 5 Balgkapseln bestehende Frucht bildet nach der Entleerung der schwarzen, glänzenden Samen eine reizende, aus den 5 ausgebreiteten Fruchtblättern gebildete Rosette, die, fast bis an den Grund der Bauchnaht aufgerissen, auf der Innenfläche eine stark heraustretende Aderung zeigen. Jede Hälfte der Fruchtblattscheibe hat die Form eines Trapezes mit gebogenen Seiten; die dorsale ist im unteren Teile nach außen gebogen, die ventrale nach innen bogenförmig eingezogen. Eigentlich ist es weniger eine Bogenlinie als ein sehr stumpfer Winkel, an dessen unterem Schenkel sich inner-

1) Nebenbei ein Wort über die Art des Geruches, der meist nur als aromatisch bezeichnet wird. Eine genauere Bezeichnung findet sich in der biologischen „Flora der Heimat“ von EDM. KLEIN (Diekirch 1897), der S. 164 sagt, daß die Pflanze ihres Citronengeruches wegen früher viel angepflanzt worden sei. Auch P. KNUTH nennt sie (Handbuch der Blütenbiologie II, 1, S. 250) citronenduftend. Mir ist der eigentümlich durchdringende Duft stets etwas süßlich vorgekommen und ich glaubte immer eine entfernte Ähnlichkeit mit Zimmetgeruch zu bemerken, nie aber bin ich an Citronenduft erninnert worden. Zu meiner Überraschung fand ich jetzt im Kräuterbuche von HIER. BOCK eine von mir bisher übersehene Stelle auf Blatt 51, die für meine Ansicht spricht. Sie lautet: Der Geruch aus dieser Blume ist süß, lieblich wie ein wohlriechender Zimmet.

halb der Kapsel die randständige Placenta befindet. Vom Scheitelpunkt aus tritt die vorerwähnte Aderung fast handnervig aus der Fläche des Epikarps heraus, auf seiner Außenseite aber bemerkt man etwas oberhalb desselben auf jeder Spreitenhälfte eine tiefe Grube. Auf ihrer tiefsten Stelle ist Epi- und Mesokarp auf den noch nahe beieinander liegenden Aderstämmen besonders fest verwachsen. Das Mesokarp ist eine starke, sehr glatte, äußerst elastische, hornartige Masse von gelblich hellgrauer Farbe. Es bedeckt nicht die ganze Innenseite des Epikarps, sondern begleitet die Rückennaht nur in etwa halber Fruchtbreite und erreicht die Bauchnaht nur in ihrem oberen Schenkel, den unteren aber nur an einer kurzen Strecke am Fruchtgrunde. Im mittleren Teile der Frucht findet sich auf der Bauchseite nur das sehr dünnhäutige Endokarp, so daß das Mesokarp jeder Spreitenhälfte etwa die Gestalt hat wie das hakenförmig gekrümmte Handbeil, das die Waldarbeiter hier zum Abhacken dünner Äste besonders in den Schälwaldungen gebrauchen und als „Hep“ (schriftdeutsch Hippe)[1]) bezeichnen. (Abb. 1, Fig. 1.) Die ganze Innenseite des Mesokarps ist vom Endokarp überzogen, das sich als eine sehr zarte Haut auch über den nicht vom Mesokarp bedeckten Teil bis zur Naht erstreckt und hier mit dem Samenträger verwachsen ist.

Nach der Reife der drei[2]) glänzend schwarzen Samen öffnet sich die Kapsel zuerst im oberen Teile der Bauchnaht, wodurch die Innenfläche des oberen hakenförmigen Mesokarpteiles bloßgelegt wird. (Abb. 1, Fig. 2 u. 3.) Dabei reißt er sich vom oberen Ende des dünnen Endokarphautstückes los. Diese bleibt geschlossen, auch später noch, wenn die ganze Teilfrucht geöffnet ist, und bildet mit dem mittleren und unteren Mesokarpteil eine hülsenartige Röhre, an deren Mündung das äußerste Samenkorn sichtbar ist. Da nun der Mesokarphaken seine ausgebreitete Oberfläche der austrocknenden Luft zuwendet, so will er sich zuzammenkrümmen und es entsteht zwischen ihm und dem ihn festhaltenden Epikarp eine Spannung, die mit fortschreitender Fruchtreife und Austrocknung zunimmt. Die Verhinderung des vorzeitigen Losreißens geschieht durch die feste Verwachsung an der oberen Kante der Frucht, ganz besonders an den beiden Spitzen, in die sie ausläuft, und an der abwärts gebogenen Spitze des Mesokarps. Zunächst löst sich nun der obere, mit einer Schicht langer Haare besetzte

1) mhd. hepe, ahd. hepâ, heppâ.

2) Die Zahl der Samen ist nach meinen Beobachtungen immer 3 und nicht 2, wie die Abbildungen in SACHS Lehrbuch der Botanik (4. Aufl. S. 545) zeigen. Bisweilen verkümmert aber eine der 3 Samenknospen.

Rand los und krümmt sich nach unten. (Abb.1, Fig. 2e.) Dadurch wird die Spannung noch weiter erhöht und das Festhalten auf nur noch drei Punkte beschränkt. Jetzt bedarf es nur noch einer leichten Berührung, etwa durch einen Insektenfuß, und die Spannung wird ausgelöst. Dabei reißt sich das Mesokarp von der Außenhaut los, seine beiden Hälften schlagen mit Wucht zusammen, rollen sich ein und springen aus der Frucht heraus. (Abb. 1, Fig. 4.) Dadurch wird auch die Scheinhülse plötzlich geöffnet, indem das

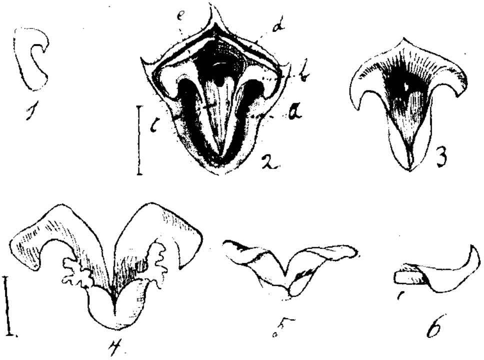


Abb. 1. Halbes Mesokarp ausgebreitet in nat. Größe.
2. Aufgesprungene Balgkapsel, vergr.
a. Epikarp, b. Mesokarp, c. Endokarp, d. oberes Samenkorn. e. der zurückgekrümmte obere Rand.
3. Dasselbe ohne Epikarp.
4. Eben herausgesprungenes Mesokarp mit Endokarpfetzen, vergr.
5. Dasselbe später, nat. Gr.
6. Dasselbe zusammengerollt.

zarthäutige Endokarp entweder nur an einer Seite abgerissen wird oder auf beiden. Im ersten Falle bleibt die Plazenta nebst Fetzen des Endokarpes an ihm sitzen, die Samen sind aber verschwunden, im zweiten wird jedoch das ganze Eingeweide, Meso- und Endokarp nebst Samen und Samenträger weit fortgeschleudert. Dies ist der gewöhnliche Hergang, den ich mit Hülfe einer Nadelspitze oft veranlaßt habe. Daß dieses plötzliche Abreißen von der äußeren Fruchtwand nicht durch zu festes Verwachsensein mit ihr gehin-

dert werde, dazu dienen wohl die aus ihr leistenartig hervortretenden Rippen, neben denen sich vorher Hohlräume bilden können. Übrigens geschieht das Herausschleudern auch ohne Berührung bei gehöriger Reife der Frucht. Ich hatte einige Rispen mit fast ganz reifen Früchten auf dem Tisch im Nebenzimmer, zu dem die Tür offen steht, liegen, wo sie von der Sonne beschienen wurden. Fliegenbesuch war ausgeschlossen. Da hörte ich von Zeit zu Zeit ein lautes Knacken, das ich mir zuerst nicht erklären konnte. Eine längere Beobachtung ließ mich dahinter kommen, daß es die Schüsse der Diptambatterien waren. Fräulein JOH. DANZ, Lehrerin am hiesigen Lyzeum, der ich die beigefügten Zeichnungen verdanke, hatte die ihr übergebenen Früchte auf ihrem Arbeitstische liegen. Als sich in ihrer Abwesenheit ihre Schwester im Zimmer aufhielt, warfen „freche Buben" fortwährend mit kleinen Steinchen ans Fenster und verschwanden eigentümlicherweise immer so schnell, daß sie garnicht gesehen werden konnten. Bei Rückkehr der Schwester ergab sich jedoch, daß die ans Fenster geschleuderten Samenkörner die frechen Buben gewesen waren. Die Schleuderkraft ist so groß, daß die Samen nach meinen Messungen oft weit über 2 m fortgeflogen waren, das Mesokarp allerdings nicht so weit. Gewöhnlich hangen seine beiden Hälften dann am Grunde noch zusammen (Abb. 1, Fig. 5), reißen aber bald auseinander, da sie sich, ähnlich wie es bei den Hülsen gewisser Leguminosen geschieht, spiralig zusammenrollen, und zwar hier außerordentlich fest. (Abb. 1, Fig. 6.)

In der oben erwähnten STURM-KRAUSEschen Flora von Deutschland, die meist recht gute Abbildungen enthält, sind die zu *Dictamnus fraxinella* (vom Herausgeber *D. generalis* getauft!) gehörigen (Band VII Nr. 16) zufällig wenig geeignet, ein richtiges Bild der schönen Pflanze zu geben; die Tafel enthält sogar einige Unrichtigkeiten. So z. B. ist das Endblättchen des untersten Blattes herzeiförmig abgebildet, eine Form, die mir bei den sehr vielen von mir beobachteten Pflanzen noch nie vorgekommen ist. Es ist stets schmaleiförmig mit Neigung zu keilförmigem Grunde. In Abb. m ist die Plazenta mit nur 2 Nabelsträngen gezeichnet, während sie bei l richtig 3 Samen trägt. Diese, bei n besonders abgebildet, zeigen ganz irrtümlich eine vom Grunde bis zur Spitze reichende Nabelnarbe; in Wirklichkeit reicht sie nur bis zur Mitte.

44. Hans Molisch. Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. I: Ueber einen leicht kristallisierenden Gerbstoff in Dionaea muscipula.

(Mit 3 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 16. Oktober 1915.)

Ich habe die Absicht in diesen Berichten eine Reihe mikrochemischer Untersuchungen unter dem obigen, gemeinsamen Titel zu veröffentlichen, die im gewissen Sinne als eine Ergänzung zu den in meiner „Mikrochemie"[1]) niedergelegten Erfahrungen zu betrachten sind. Diese Mitteilungen entsprechen gelegentlichen Beobachtungen, die aber alle auf mikrochemischem Gebiete liegen und daher unter einem gemeinsamen Haupttitel erscheinen sollen.

* * *

Gelegentlich einer anatomischen Untersuchung der bekannten insektenfressenden Pflanze *Dionaea muscipula* konnte ich in der Epidermis und dem Grundgewebe des Blattes einen gerbstoffartigen Körper feststellen, der in den normalen, lebenden Zellen stets gelöst ist, durch gewisse Mittel aber leicht zum Auskristallisieren gebracht werden kann.

Wenn man frische Flächen- oder Querschnitte, sei es der Blattspreite des geflügelten Blattstiels oder der Wurzel mit wasserentziehenden Mitteln, z. B. mit Glyzerin oder konz. Zuckerlösung behandelt, so kristallisiert nach mehreren Stunden oder einem Tage in und auf dem Gewebe ein in reichlicher Menge vorkommender Körper heraus, dessen Kristalle verschiedene Formen annehmen können: die Form von Nadeln, Prismen, sternartigen Aggregaten oder Sphäriten. Einzeln sind die Kristalle farblos oder fast farblos. In größerer Menge beisammen und bei stärkerer Vergrößerung (250) im durchfallenden Lichte betrachtet, erscheinen sie schmutzig-bräunlich. Die Kristalle treten oft in so großer Menge auf, daß das Gewebe damit wie besäet ist.

Dieselben Kristalle erhält man, wofern man Schnitte unter dem Deckglas am Objektträger im Wasser bis zum Sieden erhitzt oder wenn man Schnitte in Chloroformdampf absterben läßt.

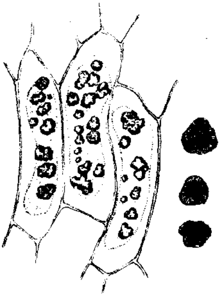
---

1) MOLISCH, H., Mikrochemie der Pflanze. Jena 1913.

Die Abb. 1 stellt einige nach Abtöten der Schnitte durch heißes Wasser gewonnene Kristallformen dar.

Unser Körper liefert auch Kristalle einige Zeit nach Behandlung frischer Schnitte mit verdünnten Säuren, z. B. mit Salzsäure (2 Vol. käufl. Salzs. und 98 Vol. Wasser), Schwefelsäure (2 Vol. reiner Schwefels. und 2 Vol. Wasser) oder Salpetersäure (1 Vol. Salpeters. und 1 Vol. Wasser). Die Kristalle treten übrigens auch mit recht konzentrierten Säuren auf. Die in der Abb. 2 abgebildeten Warzen und Sphärite sind mit verdünnter Schwefelsäure gewonnen. Sie haben eine gelblichbraune Farbe. Im

1



2

Abb. 1. *Gerbstoffkristalle, im Gewebe des Dionaeablattes entstanden nach* Behandlung mit heißem Wasser. Vgr. 350

Abb. 2. Drei Epidermiszellen der *Dionaea*-Blattspreite mit Warzen u. Sphäriten des Gerbstoffes; nach Behandlung mit verd. Schwefelsäure. Vgr. 250. Rechts 3 Sphärite stärker vergrößert (350).

polarisierten Lichte leuchten die Kristalle bei gekreuzten Nikols stark auf und die Sphärite zeigen ein dunkles Kreuz.

Was ist das nun für ein Körper, der so leicht in den Zellen der *Dionaea* auskristallisiert? Ich prüfte zunächst wegen gewisser äußerer Ähnlichkeiten auf Hesperidin und Skutellarin, jedoch mit negativem Erfolg. — Da die *Dionaea*-Blätter intensiv auf Gerbstoff reagieren, so kam ich auch auf die Vermutung, daß es sich vielleicht in den erwähnten Kristallen um einen gerbstoffartigen Körper handelt. Diese Vermutung hat sich auch als richtig herausgestellt.

Sowohl die Kristalle, die nach Behandlung mit wasserentziehenden Mitteln als auch die, die mit Säuren entstehen, nehmen mit Eisenvitriollösung nach längerer Zeit eine dunkelblaue oder schwarzblaue Farbe an. Diese erscheint erst nach Stunden oder einem Tage, offenbar deshalb, weil die Kristalle eine schwer lösliche Verbindung darstellen, nur spurenweise in Lösung gehen und daher auch mit Eisen erst nach längerer Einwirkung reagieren.

Auffallend ist ihr Verhalten in einprozentiger Goldchloridlösung. Sie färben sich dann nach kurzer Zeit schwarzblau.

Mit Überosmiumsäure werden sie geschwärzt.

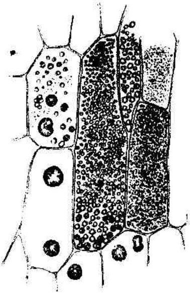


Abb. 3. Parenchymzellen aus der *Dionaea*-Blattspreite, nach Behandlung mit einer Spur von Ammoniakdampf. Es bildete sich ein feinkörniger Niederschlag von Gerbstoff, aus dem allmählich gelbe Sphärite entstehen. Vgr. 250.

Wenn man einen frischen Schnitt auf den Objektträger legt, Bruchteile einer Minute über den Hals einer Ammoniakflasche hält, in Wasser einbettet und dann mikroskopisch betrachtet, so sieht man in den Zellen einen bräunlichgelben Niederschlag entstehen, der die Zellen oft dicht erfüllt. Der Gerbstoff wird gefällt. An den Stellen, wo das Ammoniak nur schwach eingewirkt hat, gehen die kleinen niedergeschlagenen Kügelchen ganz allmählich in Warzen oder deutliche Sphärite von schön gelber Farbe über. Abbildung 3. Auch diese Kristalle nehmen mit Eisenvitriol, Goldchlorid und Osmiumsäure eine schwarzblaue oder schwärzliche Farbe an. Ähnlich wie in verdünntem Ammoniak verhalten sich die Zellen

auch in einprozentiger Koffeïn- oder Antipyrinlösung. Auch hie bildet sich daraus eine aus einer Unzahl von Kügelchen bestehend Fällung, besonders bei Anwendung der Koffeïnlösung nacl längerer Zeit (1—2 Tagen) mehr oder minder große, gelbliche Sphärite oder Warzen. Aus all dem darf man schließen, daß de feinkörnige Niederschlag und der Kristallniederschlag zusammengehören und daß beide einen gerbstoffartigen Körper[1]) darstellen.

Wir besitzen bekanntlich eine anatomische Arbeit über *Dionaea muscipula* von FRAUSTADT,[2]) die uns über den Bau dieser Pflanze genauen Aufschluß gibt. Obwohl der genannte Autor auch die Inhaltsstoffe der *Dionaea* berührt, ist ihm auffallenderweise der so leicht in Kristallen anschießende Körper entgangen. An einer Stelle seiner Abhandlung bleibt man im Zweifel, ob er von Anthokyan oder von einem besonderen, unbekannten Stoff spricht wenn er schreibt: „Die Zellen des Blattes von *Dionaea* zeigen in mehreren Beziehungen ein ungewöhnliches Verhalten gegen Reagentien, welches auf die Anwesenheit eines eigentümlichen Stoffes hinweist, dessen Natur jedoch bis jetzt nicht auszumitteln ist. Anscheinend findet sich derselbe in den lebenden Zellen in saurer Lösung und wird daher durch Basen ausgefällt, durch Säuren wieder aufgelöst." Im Zusammenhang damit beschäftigt sich dann FRAUSTADT mit dem Anthokyan der Drüsen. Die Bildung von Kristallen und das Vorkommen von Gerbstoff werden nicht erwähnt.

Auch in dem Referat (Bot. Zbl. 1893, Bd. 54, p. 207) über MACFARLANES[3]) Arbeit finde ich keinen bestimmten Hinweis auf unseren Gerbstoff.

Mit Rücksicht darauf, daß die Kristalle des Gerbstoffes so leicht und unter den verschiedensten Verhältnissen entstehen, ist es eigentlich zu verwundern, daß man ihn bisher übersehen hat, umsomehr als man ja die Anatomie des *Dionaea*-Blattes mehrfach bis in Einzelheiten studiert hat.

---

1) Über den Begriff Gerbstoff siehe meine „Mikrochemie der Pflanze", 1913, p. 154.

2) FRAUSTADT, A., Anatomie der vegetativen Organe von *Dionaea muscipula* Ell. Beitr. z. Biol. der Pflanzen, herausg. v. COHN, II. Bd. 1877, p. 27—64.

3) MACFARLANE J. M., Contributions to the history of *Dionaea muscipula* Ellis. (Contrib. of the Bot. Lab. of the Univ. of Pensylvania Vol. I. 1892 p. 7—44. Die Originalarbeit selbst war mir leider nicht zugänglich.)

Welcher Bedeutung der kristallisierende Gerbstoff im Leben der *Dionaea* zukommt, vermag ich nicht zu sagen. Ob er vielleicht als Schutzstoff gegen Tierfraß dient, oder ob er irgendwie in die Mechanik der Reizbewegung eingreift oder bei der Assimilation der aus dem Insektenfang sich ergebenden Verdauungsprodukte oder sonstwie eine Rolle spielt, bleibt uns vorläufig verborgen.

---

45. C. Steinbrinck: Zu den Kohäsions- und Osmose-Fragen.

(Eingegangen am 20. Oktober 1915.)

I.

Auf dem Gebiete der pflanzlichen Kohäsionsphysik ist in letzter Zeit ein bemerkenswerter Fortschritt zu verzeichnen gewesen. Denn RENNER[1]) und URSPRUNG[2]) ist es bekanntlich gelungen, in dem Füllwasser der Farnringzellen eine Zugfestigkeit von etwa 300 Atm. festzustellen. Dieses Ergebnis ist um so wichtiger, da man annehmen muß, daß das Wasser im Farnannulus mit Luft gesättigt ist, die neueren Untersuchungen aber sämtlich (mit Ausnahme solcher von DIXON) es zweifelhaft erscheinen ließen, ob nicht die Anwesenheit einer reichlichen Menge gelöster Luft das Zustandekommen eines starken Zuges verhindere.

Die physikalische Grundlage der von RENNER und URSPRUNG benutzten Methode erscheint einwandfrei, und, was ihre praktische Anwendung betrifft, so genügt das Verfahren in seiner bisherigen einfachen Form, wenngleich es sich im einzelnen verbessern lassen wird,[3]) jedenfalls für jene ersten angenäherten Messungen.

1) Ztschr. „Die Naturwissenschaften" 1915, S. 136, (vom 5. 3. 1915), Jahrb. f. Wiss. Bot. 1915, Bd. 56, S. 617 ff.

2) Ber. d. Dtsch. Bot Ges. 1915, (vom 22. 3. 1915), S. 153.

3) Für die Unveränderlichkeit der Temperatur ließe sich z. B. besser Sorge tragen. Zudem erscheint es bei RENNERS Ausführung (a. ang. Orte, S. 656, Fig. 4) nicht ratsam, das Tragplättchen der Objekte so dicht unter der Deckplatte des Behälters anzubringen. Diese geringe Entfernung hat den Nachteil, daß der Austausch der Dampfatmosphären über den Pflanzenzellen einerseits und der Lösung anderseits behindert ist. Dadurch entsteht die Gefahr, daß die Dampfspannung bei der Rißbildung in den Zellen in Wirklichkeit erheblich größer sein kann als diejenige der Lösung und die Kohäsion daher überschätzt wird. Vermutlich hat RENNER jenen Abstand so gering genommen, um von seinen Objekten stärker vergrößerte Photogramme herzustellen.

Immerhin ist es zunächst verblüffend, daß das Wandmaterial der Ringzellen imstande sein soll, einem so starken Zuge Widerstand zu leisten. Daher wäre es willkommen, wenn es gelänge, auf jenes Ergebnis, wenigstens innerhalb gewisser Grenzen, eine Probe anzustellen. Nun erwähnt URSPRUNG einen älteren Versuch SCHRODTs, der einen plötzlichen Überdruck von mehreren Atmosphären auf trockne Farnringe einwirken ließ, ohne damit eine merkliche Formänderung derselben zu erzielen. Der Versuch ist aber in dieser Form nicht ausschlaggebend, da sein negativer Ausfall auf die Luftdurchlässigkeit der Annulusmembranen zurückgeführt werden darf. Einen Fingerzeig für eine Abänderung des Versuchs liefert vielleicht eine von mir mitgeteilte Erfahrung an Antheren und an Sonnenrosenmark (Ber. d. D. Bot. Ges. 1900, S. 282 u. 283). Während diese Gewebe nämlich ebenfalls ihre Form bewahrten, wenn sie einem Überdruck von 1 Atm. in trocknem Zustande ausgesetzt wurden, so erlitten sie eine sehr erhebliche Kompression, wenn der Überdruck auf wasser-imbibierte Wandungen traf. Es rührt dies wahrscheinlich daher, daß ihre durchfeuchteten Membranen weniger luftdurchlässig und obendrein nachgiebiger sind, als in trockenem Zustande.[1]) Unter Anwendung dieses Ergebnisses auf die Farnringe würde ich daher raten, dieselben zunächst in einem luftleeren Behälter „springen“ zu lassen, ihnen dann ebendaselbst etwas Wasser zuzuführen und auf sie nunmehr sofort aus einer Gasbombe einen Überdruck von mehreren Atmosphären auszuüben, während sie gleichzeitig mikroskopisch beobachtet werden. Zu einem solchen Versuche dürfte sich vielleicht der von mir in Flora 1903, Bd. 92, Tafel V, Fig. 5 abgebildete und S. 115 besprochene Apparat eignen, wenn an ihm noch ein Seitenrohr zur Zuführung des Druckgases angesetzt ist.

II.

RENNER hat seiner im Vorigen erwähnten Arbeit eine Untersuchung seines im Felde gefallenen Schülers H. HOLLE „übe Welken, Vertrocknen und Wiederstraffwerden“ (Flora 1915, Bd. 108 S. 73—126) folgen lassen, die sich hauptsächlich mit der Physil der Wasserabgabe und -Aufnahme von Parenchymen beschäftig und meine Ausführungen darüber, soweit gleichartige Objekte in Be

1) Diese Erfahrung läßt zugleich vermuten, daß die Angabe HOLLE über die Kohäsion im *Helianthus*-Mark [Flora 1915, Bd. 108, S. 100] nur ein ungefähre obere Grenze für den Unterbrechungswiderstand liefern sol In Wirklichkeit ist der Widerstand, den die zarten Wände zu leisten ve mögen, wohl erheblich kleiner als 10 Atm.

tracht kommen, in allen Punkten bestätigt. Eine einzige Ausnahme glaubt der Verfasser der genannten Untersuchung allerdings feststellen zu müssen, und er betont sie sogar an 3 verschiedenen Stellen der Abhandlung (S. 78, 106, 119). Er wendet sich nämlich gegen die mir zugeschriebene Auffassung, als ob in Pflanzengeweben ein höherer Kohäsionszug als der von 1 Atmosphäre — und zwar infolge undichten Luftabschlusses — nicht zustande kommen könne.

Wie Herr Prof. RENNER mir brieflich mitteilt, beruht diese Kritik aber lediglich auf einem Mißverständnis einer Stelle meines Berichts an d. D. Bot. Ges. von 1900, S. 391—393. An der beanstandeten Stelle ist nämlich die Frage als untersuchungsbedürftig bezeichnet, wie sich ein hoher Kohäsionszug mit der unter gewissen anderen Umständen festgestellten Luftdurchlässigkeit der Zellenmembran vereinigen lasse. In einem vorhergehenden Bericht (1899, S. 110 u. 112) war aber bereits darauf aufmerksam gemacht worden, daß sich die durch den Kohäsionszug verfügbar werdenden Saugkräfte der Pflanze auf viele Atmosphären belaufen könnten. Allerdings hatte ich damals stillschweigend vorausgesetzt, daß zwischen dem normalen und dem gedehnten Zustande des Wassers ein stetiger Übergang vorhanden sei und daher der Dilatationskoeffizient des Wassers von seinem Kompressionskoeffizienten nicht abweiche. Diese Übereinstimmung ist aber inzwischen durch E. RAMSTEDT[1]) und J. MEYER[2]) experimentell bestätigt worden.

Von besonderer Wichtigkeit ist es nun, daß HOLLES Untersuchungen nicht allein meine Darstellungen über die Ursache und die Erscheinungen des „Schrumpfelns" bei lebenden und toten Geweben bestätigen, sondern auch mit meiner bereits 1899 in den soeben angezogenen Ber. d. Dtsch. Bot. Ges. veröffentlichten Theorie „*von der elastischen Entfaltung (Schwellung) von Geweben und der mutmaßlichen Saugwirkung gedehnten Wassers*" in vollem Einklang sind. Man vergleiche z. B. HOLLE S. 88, 89, 90 IIb, 106 IIIa, sowie auch RENNER l. c. S. 659 und 664. Meine zahlreichen Gegner sind bisher auf diesen Teil meiner Untersuchungen nicht eingegangen, sondern haben sich auf die Vorgänge bei der Wasserentziehung beschränkt. Die obengenannte Theorie bezieht sich aber auf den Rückweg des beim Wechsel des Wassergehalts

1) Vätskors Förhållande vid Uttänjning, Upsala 1910, S. 65 u. 66.

2) Zur Kenntnis des negativen Drucks von Flüssigkeiten. Abhandlungg. d. D. Bunsen-Ges. Nr. 6, S. 32 ff. und S. 53 Nr. 2.

zu durchlaufenden Kreisprozesses und wird dadurch zu einem Schlüssel für das Verständnis der osmotischen Vorgänge, auf die wir nunmehr übergehen.

III.

In physikalischen und botanischen Schriften findet man in Kapiteln, die über osmotische Erscheinungen handeln, nicht selten den Amerikaner HULETT erwähnt als Begründer der Auffassung, daß der osmotische Druck mit einem negativen Druck des Lösungsmittels zusammenhänge. Nach HULETTs eigenen Worten (Ztschr. f. phys. Chemie Bd. 42, 1903, S. 362) „übt nämlich die aufgelöste Substanz in allen Punkten der Flüssigkeitsgrenze einen Druck nach außen aus. Dieser Druck wirkt aber darauf hin, das Volum der Flüssigkeit zu vergrößern, wird jedoch durch die Zugfestigkeit im Zaum gehalten. Der osmotische Druck kann daher als negativer Druck auf das Lösungsmittel angesehen werden." Gestützt hat HULETT diese Ansicht auf die bekannten Kohäsionsversuche von BERTHELOT, REYNOLDS, WORTHINGTON, DONNY, DIXON und ASKENASY. Als eigenes Experiment führt er nur eine Wiederholung des Hauptversuchs von ASKENASY in etwas verbesserte[r] Form an, wobei er es bis auf einen negativen Druck von etw[a] $1/2$ Atm. gebracht hat.

Dieselbe Auffassung habe ich aber schon mehrere Jahre vo[r] HULETTs Veröffentlichung zum Ausdruck gebracht (diese Ber. 1899 S. 111 u. 175) und dann etwa gleichzeitig mit HULETT (Flora 1904 Bd. 93, S. 127 ff.) und unabhängig von ihm ausführlicher begründe[t]. Die Grundlage, auf der ich aufgebaut habe, ist zudem eine beträchtlic[h] breitere als die von HULETT; denn ich konnte mich nicht allein au[f] meine Ergebnisse mit dem Vakuumüberheber,[1] sondern auch a[uf] meine vielfältigen Erfahrungen über die elastische Schwellung i[n] Pflanzengeweben, sowie auf den bisher unbeachtet gebliebenen zweite[n] Versuch ASKENASYs (vgl. Flora a. a. O. S. 142 Abb. 3) stütze[n]. Überdies habe ich (ebenda S. 144) bewiesen, daß die erwähnt[e] Anschauung mit VAN T'HOFFs Gesetz für verdünnte Lösungen i[n] Einklang steht.[2]

1) Mit diesem bin ich übrigens nicht blos, wie RENNER (Handwört[er]buch d. Nat. X, S. 549) angibt, bis zu negativen Drucken von 4, sondern v[on] 5 Atm. aufgestiegen (vgl. Phys. Ztschr. VI, S. 912, Nr. 1 und Jahrb. f. Wi[ss.] Bot. 1906, Bd. 47, S. 614 Nr. 1).

2) Es war hierzu nur die Annahme nötig, daß der Binnendruck [d]. Lösung von dem des reinen Lösungsmittels nicht abweiche. Späterhin ha[be] ich noch eine andere Ableitung gegeben, bei der die Annahme gemacht i[st], daß die Volumenänderung bei der Auflösung vernachlässigt werden ka[nn]

Auffällig ist es nun, daß selbst von Botanikern, die HULETT nennen, wie RENNER, meine erwähnten Darlegungen gänzlich unbeachtet gelassen sind.

Was nun die Stellungnahme zu HULETTs Ansicht betrifft, so glaubt RENNER diese Hypothese durch den Hinweis auf TAMMANNs Forschungen[1]) zurückweisen zu sollen. TAMMANN vertritt nämlich seit 1893 den Standpunkt, daß der Binnendruck des Lösungsmittels durch den aufgelösten Stoff nicht herabgesetzt, sondern im Gegenteil vermehrt sei. Er stützt diese Behauptung auf mehrfache Analogien im Verhalten von Lösungen und ihren Lösungsmitteln, wenn bei jenen die Konzentration, bei diesen der äußere Druck gesteigert wird.

Gegen diese Beweisführung läßt sich aber geltend machen, daß sie einseitig ist. Die von TAMMANN angezogene Übereinstimmung ist nämlich durchaus nicht allgemein gültig. Sie bezieht sich z. B. nicht auf den Dampfdruck; denn dieser wird beim Lösungsmittel durch Druckerhöhung vermehrt, bei der Lösung dagegen durch Konzentrationssteigerung vermindert. TAMMANNs Parallele paßt aber ferner namentlich nicht in der Beziehung, die den Botaniker am meisten angeht, nämlich für das Maß der Wasserbewegung. Denn die Saugkraft steigt bei einer Lösung mit der Zunahme der Konzentration, bei reinem Wasser dagegen (wie die Vorgänge des elastischen Schwellens lehren) mit der Abnahme seines Binnendrucks. Nach TAMMANNs Parallele müßte sie beim Wasser im Gegenteil bei der Zunahme des Drucks steigen. Mit anderen Worten: TAMMANNs Analogie ließe erwarten, daß der Wassereintritt in eine osmotische Zelle durch eine Erhöhung des Drucks *im Außenwasser verhindert würde, während die Erfahrung lehrt,* daß es hierzu im Gegenteil in der osmotischen Zelle selbst einer Drucksteigerung bedarf, die bekanntlich als Maß des „osmotischen Druckes" dient.

Es liegt mir nun durchaus fern, mir in diesen äußerst verwickelten Fragen ein entscheidendes Urteil anmaßen zu wollen. Der Mechanismus der Osmose ist ja nach allgemeiner Ansicht noch ganz ungeklärt. Mir kam es in den vorstehenden Zeilen

---

(Ztschr. phys. und chem. Unterr. 1905. S. 82 ff.). Solche beschränkende Annahmen sind aber durchaus erlaubt, da der Nachweis ja nur für den Fall unendlicher Verdünnung geführt werden soll. Selbst die strengste mathematische Beweisführung kommt ohne eine solche Einschränkung bei VAN T'HOFFS Gesetz nicht aus.

1) S. die Zusammenstellung derselben in dem Werkchen: Über die Bez. zwischen den inneren Kräften und Eigenschaften der Lösungen, Hamburg 1907.

nur darauf an, zu zeigen, daß HULETTS und meine Auffassung unter den anderen Erklärungsversuchen im Prinzip auch noch ihre Berechtigung hat. Nunmehr möchte ich aber noch weitergehen und außerdem nachweisen: erstens, daß die von mir in der Flora entwickelte Vorstellung bei unseren botanischen Problemen auch zahlenmäßig zu den richtigen Resultaten führt; zweitens, daß sie das Verständnis dieser Probleme durch ihre Anschaulichkeit vielfach ungemein erleichtert. Mit anderen Worten lautet meine Behauptung: Hinsichtlich der osmotischen Wasserbewegung ist es zulässig und oft vorteilhaft, sich eine osmotische Zelle von der osmotischen Saugkraft P Atm. so vorzustellen, als ob sie reines Wasser enthielte, dessen Binnendruck um P Atmosphären herabgesetzt ist[1]).

1. Der Beweis für die mathematische Zulässigkeit dieser Vorstellung wird durch die Gleichheit des Dampfdrucks des Wassers der osmotischen Zelle und des reinen Wassers von entsprechendem Unterdruck geliefert[2]). Wegen dieses gleichen Dampfdrucks gelten nämlich die thermodynamischen Gleichungen, wie sie beispielsweise RENNER und URSPRUNG angewandt haben, für beide Fälle in gleichem Maße. Daher ist auch das experimentelle Verfahren der beiden Forscher, das sie zur Bestimmung des negativen Drucks der Farnzellen benutzten, ebenso gut zur Feststellung osmotischer Drucke brauchbar, wenn man im letzteren Falle als Grenzzustand den der vollen Entspannung der Membran annimmt. Von RENNER und HOLLE wird die Gleichartigkeit von Osmose und Kohäsionszug mehrfach sogar durch eine glatte Summation ihrer Wirkungen anerkannt (z. B. HOLLE, S. 78, 79, 80, 121).

---

1) Diese Größe P sei kurz als Unterdruck bezeichnet. Ist der äußere Druck (Luftdruck, hydrostatische Druck usw.) Null, so gibt P zugleich den Betrag des negativen Drucks vom Wasser (in absoluter Größe) an. Wird der äußere Druck wie gewöhnlich auf 1 Atm. beziffert, so beträgt der Wasserdruck (1—P) Atm.; ist der äußere Druck gleich T Atm., so beläuft sich der als Ersatz des osmot. Druckes P gedachte Druck des Wassers auf (T—P) Atm. (vgl. RENNER S. 620 u. 621, sowie meine Beispiele in der Flora l. c. S. 147 ff. Auf S. 150 ebenda ist allerdings ein Versehen zu berichtigen. Ich habe nämlich dort, durch die Beschäftigung mit dem Vakuumheber allzusehr beeinflußt, den negativen Gleichgewichtsdruck in den obersten Gefäßen eines 150 m hohen Baumes, unter Anrechnung von 10 m Wasserdruck auf 1 Atm., auf 15 Atm. statt auf 14 Atm. beziffert. Die vorhergehenden Beispiele auf S. 147 und S. 148 beweisen, daß dies nur ein Versehen war.)

2) Die Ableitung dieses Zusammenhangs wird u. a. an der Abb. geführt wie ich sie in der Flora S. 147 als Abb. 6 nach Ostwald wiedergegeben habe und beruht auf dem zweiten Hauptsatz der Wärmetheorie.

Wasser von Normaldruck besitzt nun natürlich eine entsprechend höhere Dampfspannung. Nach FINDLAY[1]) hat CALLENDAR 1908 hierauf eine Dampfdrucktheorie der Osmose gsgründet. Nach ihm soll das reine Lösungsmittel, durch diese höhere Dampfspannnng getrieben, in Dampfform durch die Membranporen wandern und sich jenseits derselben wieder kondensieren. Dieser Vorgang soll so lange andauern, bis der *hydrostatische Druck*, der auf diese Art „durch Hinzufügung von Lösungsmittel zur Lösung entsteht, hinreicht, um den Dampfdruck der Lösung auf einen Wert zu bringen, welcher gleich dem des reinen Lösungsmittels ist." Im Vergleich zu dieser Anschauungsweise ist es doch sicherlich einfacher, sich das wandernde Wasser als flüssigbleibend vorzustellen, und als Triebkraft eine dem Dampfdruck-Unterschied entsprechende Binnendruckdifferenz zu denken. Das Resultat bleibt jedenfalls dasselbe.

2. Es ist meine Aufgabe, nunmehr noch darzulegen, daß meine Vorstellung das Verständnis der Vorgänge bei der Wasserbewegung in der Pflanze erheblich zu erleichtern vermag. Diese Erleichterung beruht nämlich darauf, daß die Wasserbewegung, mag sie im einzelnen auf osmotischer Saugung, auf Kapillaranziehung von Menisken, auf Kohäsionszug, auf Blutungsdruck usw. beruhen, auf eine gemeinsame Ursache, nämlich eine Binnendrucksdifferenz zurückgeführt werden darf. Die theoretischen Auseinandersetzungen RENNERs, wie sie in seiner letzten Arbeit im Abschnitt I, Nr. 1—3, vorliegen, mögen dazu dienen, den Vorteil dieser Vereinfachung zu zeigen. Im Voraus möchte ich jedoch bemerken, daß ich mit sämtlichen theoretischen Ergebnissen RENNERs von Nr. 1—6 einverstanden bin; ich möchte nur dartun, daß sie z. T. auf anschaulichere und einfachere Weise zu gewinnen sind.

Beginnen wir mit Nr. 2 über „Wasserverschiebung im Parenchym". Wie verzwickt lautet das Hauptergebnis hiervon, S. 625: „Im Parenchym läuft demnach der Wasserstrom gegen das Gefälle der Turgorsenkung." Ein richtiger Gedanke, aber mit dreifacher Negation ausgedrückt, sodaß es längerer Überlegung bedarf, wie die Worte gemeint sind! Wie selbstverständlich und anschaulich erscheint dagegen unser genau dasselbe besagender Satz, daß der Wasserstrom in der Pflanze, wie in der freien Natur und wie jeder Gasstrom, einfach in der Richtung des Druckgefälles verläuft! Wie verschwommen müssen ferner die Vorstellungen

1) Der osmotische Druck; deutsche Ausgabe von SZIVESSY 1914, S. 90.

über den osmotischen Druck und die osmotische Saugung z. T. immer noch sein, wenn RENNER auf S. 623 und 624 eine Reihe von Autoren anführen kann, die in dieser Frage einigermaßen entgleist sind!

Auch die Abschnitte 1 und 3 von RENNER wären auf Grund meiner Veranschaulichung kürzer ausgefallen. Nach unserem Hauptsatz hängt ja die jeweilige Saugkraft einer Zelle[1]) von dem (in ihr vorhandenen oder den osmotischen Druck ersetzenden) Unterdruck ihres Wassers ab. Ist dieser Unterdruck durch eingedrungenes Außenwasser aufgehoben, so ist nicht nur der normale Wasserdruck, sondern auch der normale Dampfdruck wieder erreicht und zugleich die Saugkraft verschwunden. Darum ist es selbstverständlich, daß Blätter mit voller Turgeszenz nicht wasserhebend wirken können, und darum schwer faßlich, daß RENNER nach S. 634 „Die Wichtigkeit des auch überall experimentell gefundenen Sättigungsdefizits in alten transpirierenden Geweben seit 1911" hat verfechten müssen. In der Flora 1904 habe ich mich, S. 138 und 150, bereits darüber ausgesprochen.

Verliert nun die Zelle Wasser und wird dadurch der Turgordruck von P auf T also um (P — T) Atmosphären herabgesetzt, so hängt dies nach meiner Veranschaulichung damit zusammen, daß ein Unterdruck von (P — T) Atm. im Zellwasser entstanden ist. Dieser Unterdruck stellt aber das Maß der Saugkraft S dar, also gilt für diese die Gleichung 1) $S = P - T$. Da ferner der Unterdruck H am Gipfel einer gehobenen und mit der osmotischen Zelle im Gleichgewicht befindlichen Wassersäule nach der Anmerkung 1, S. 456 in diesem Falle durch die Gleichung gegeben ist: 2) $H = 1 - (P - T)$ oder $P - T = 1 - H$, so ergibt sich aus 1) und 2) drittens: $S = P - T = 1 - H$ und somit dasselbe Resultat, das RENNER am Schlusse seines 3. Abschnitts aufstellt.

Was endlich die theoretischen Abschnitte 4—6 in RENNERS Abhandlung betrifft, so kommt für diese unsere Veranschaulichung weniger in Betracht, da sie sich vorzugsweise auf die Bewegung des dampfförmigen Wassers beziehen. Erwähnt sei nur noch dazu, daß unter den Botanikern ich der erste war, der auf die, den

1) Das Maß der Saugkraft braucht durchaus nicht dem „osmotischen Drucke" gleich zu sein, wie ihn der Botaniker durch Plasmolyse bestimmt. Im Momente der Plasmolyse fallen beide Maße allerdings zusammen. Ist die Zelle aber noch nicht ganz entspannt, so hängt ihre Saugfähigkeit von derjenigen Wassermenge ab, durch die die Turgeszenz noch bewirkt wird. Ihre Saugkraft kann demnach je nach ihrem Wassergehalt zwischen der vollen Höhe des „osmotischen Druckes" und Null schwanken.

rechnerischen Erwägungen jener Abschnitte hauptsächlich zu grunde liegende Formel aufmerksam gemacht hat. Bei dieser Gelegenheit (Ber. d. D. bot. Ges. 1900, S. 386 und 387) habe ich bereits die allgemeine Bedeutung der Formel für die Wasserabgabe lebender und toter Pflanzenteile hervorgehoben und im Zusammenhang mit ihr auf die gesetzmäßige Herabsetzung der Transpiration infolge Welkens und Schrumpfelns hingewiesen. Im übrigen sind meine Studien auf diesem Gebiete jedoch nicht weiter gediehen und RENNERS Ergebnisse neu. Ich freue mich daber, daß sich nach langen Jahren unfruchtbaren Streites endlich jüngere Kräfte gefunden haben, deren Sachkenntnis ich die Weiterarbeit auf dem Gebiete der Kohäsions-Fragen überlassen kann. Mögen ihnen die vorstehenden Zeilen als Fingerzeige von einigem Nutzen sein!

Lippstadt, den 18. Oktober 1915.

Nachträgliche Anmerkung vom 21. Oktober 1915.

Einerseits um zu zeigen, wie nahe Osmose und Kohäsion mit einander verknüpft sind, anderseits um darzutun, daß diese enge Verwandtschaft meine und HULETTS Auffassung mit der Ansicht *angesehener Physiker und Chemiker in Beziehung setzt, sei an die* Erklärungen erinnert, die RIECKE und HOLLEMAN-MANCHOT von der Osmose gegeben haben. Zwar habe ich schon einmal in der *Ztschr. f. phys. und chem. Unterricht (Jahrg. 1905, S. 83, Anm. 5)* hierauf aufmerksam gemacht. Da diese Zeitschrift aber den Botanikern wenig zugänglich sein dürfte, so mag eine Wiederholung des Hinweises am Platze sein. RIECKE (Ztschr. f. phys. Chemie 1891, Bd. 7; S. 111) und HOLLEMAN-MANCHOT (Lehrb. d. anorg. Chemie 1903, S. 58, sowie 1909, S. 60) haben nämlich die Osmose auf die Stöße der gelösten Molekeln gegen die freie Oberfläche der Lösung zurückgeführt, wobei sie sich diese in einer oben offnen Glasröhre dachten, deren unteres Ende mit der halbdurchlässigen Haut verschlossen und in reines Wasser eingetaucht ist. Diese Stöße suchen die freie Oberfläche der Lösung zu heben. Da das Lösungsmittel außen und innen aber durch die Membranporen hindurch in ununterbrochener Verbindung steht, so wird es infolge der Kohäsion gewissermaßen in feinsten Fäden durch jene Poren aufwärts gezogen. Die genannten Autoren sprechen zwar den Gedanken, daß das Eindringen der Außenflüssigkeit sonach auf der Kohäsion beruhe, nicht selbst aus. Als ich jedoch Hr. Geh. Rat RIECKE brieflich diese Auffassung seiner Erklärung mitteilte, hatte er nichts gegen sie einzuwenden. Der Begriff der hohen Kohäsion der Flüssigkeiten

war vor Jahrzehnten den Physikern fremder als jetzt. Heutzutage dürfen wir die Vorgänge im Heber, sowie die der elastischen Schwellung und der Osmose sowohl auf Binnendrucksdifferenzen zurückführen als auch als Kohäsionserscheinungen auffassen. Im einen Falle kommt mehr die Analogie der Flüssigkeiten zu den Gasen, im anderen diejenige mit festen Körpern zur Geltung. (Vgl. Flora 1904 l. c., S. 131 und diese Ber. 1899, S. 110.)[1]

---

1) Dementsprechend könnte man sich auch bei einer Pflanzenzelle das Zustandekommen der Osmose auch so vorstellen, daß die Stöße der gelösten Molekeln gegen das Grenzhäutchen jeder Vakuole den Zellraum zu erweitern suchen, und das Außenwasser infolge seines festen Zusammenhangs mit der Innenflüssigkeit von dem auswärtsgedrängten Oberflächenhäutchen durch die Wandporen hindurch in die Zelle hineingezogen wird, solange, bis die wachsende Spannung der Zellmembran das weitere Eindringen hemmt.

Nach der „Naturwiss. Wochenschrift" vom 7. Nov. dies. Jahres (Nr. 45, S. 716—718) hat der bekannte Physiker LENARD (Sitzungsber. d. Heidelberg. Akad. 1914. math.-phys. Abt., Abhandlg. 27, 28 u. 29) eine ganz neue Theorie des osmotischen Druckes aufgestellt, die man kurz als Ventiltheorie kennzeichnen könnte. Nach ihr sollen als „Ventile" die „komplexen" Molekeln des gelösten Stoffes dienen, die durch Anlagerung von Molekeln des Lösungsmittels vergrößert sind. Indem diese sich nämlich vor die Porenmündungen der Membran legen, sperren sie diese Ausführungsgänge und verhindern so den Austritt des Lösungsmittels. Dahingegen sollen sie nach innen ausweichen und das reine Lösungsmittel somit eindringen lassen, wenn sie von außen durch die Wärmestöße desselben getroffen werden. M. E. kommt auch diese Vorstellung nicht ohne Zuhilfenahme eines äußeren Überdrucks im reinen Lösungsmittel aus. Denn die geschilderte Ventilwirkung ist an die Bedingung gebunden, daß die Wärmestöße, die von außen auf sie einwirken, in ihrer Gesamtheit stärker sind, als diejenigen, die von innen auf sie treffen, sonst könnten die Ventile nicht einwärts gedrückt werden.

46. Hugo de Vries: Über amphikline Bastarde.

(Eingegangen am 21. Oktober 1915.)

Bastarde, welche dem Vater oder der Mutter gleichen, pflegt man patroklin oder matroklin zu nennen. Wenn aber eine Bastardgeneration zum Teil dem Vater und zum Teil der Mutter gleich kommt, kann man sie amphiklin nennen, namentlich wenn die Erscheinung bereits in der ersten Generation auftritt. Solche amphikline Bastardgruppen sind bei den Oenotheren keineswegs selten. Sie haben das Eigentümliche, daß das numerische Verhältnis zwischen den beiden Teilen der Gruppe nicht konstant ist. Es wird nicht von den Regeln der Wahrscheinlichkeit beherrscht wie die MENDELschen Spaltungen und kann aus diesen auch nicht vorhergesagt oder kontrolliert werden. Das Zahlenverhältnis hängt hier von äußeren Bedingungen ab, und zwar von solchen, welche in einem Versuchsgarten innerhalb der weitesten Grenzen wechseln können. Eine reiche Düngung, eine sonnige Lage und eine gute Behandlung der Samenträger, erhöhen den Gehalt an Exemplaren des einen Typus, während unter ungünstigen Kulturbedingungen der andere zunimmt. Soweit das Klima und das Wetter es erlauben, hat man es also in seiner Hand, die Anzahl der Individuen mit dem gewünschten Typus willkürlich zu vergrößern.

Auf dieses Verhalten der amphiklinen Bastarde und der sonstigen mit ihnen übereinstimmenden Spaltungen habe ich in meinem Buche über „die Mutationstheorie“[1]) sowie in meiner „Gruppenweise Artbildung“ vielfach hingewiesen und gezeigt, daß die Erscheinung bei den dort behandelten Pflanzen eine weit verbreitete ist. Aber die ganze Weite des Spielraumes habe ich erst allmählich zu beurteilen gelernt, als sich meine Kulturmethode im Laufe der Jahre immer mehr ausbildete. Dabei hat es sich gezeigt, daß die Wahl kräftiger zweijähriger Individuen der dafür geeigneten Rassen eine sehr wichtige Bedingung ist, und daß von solchen Formen, welche leicht gewissen Krankheiten unterliegen, nur gesunde Kulturen und in diesen nur die üppigsten Exemplare zu benutzen sind. Frühe Aussaat im Gewächshaus und namentlich frühes Auspflanzen auf den Beeten, sowie ein sehr

1) z. B. Bd. II, S. 412.

starkes Begießen während der ersten Wochen des Wachstums im Garten sind ferner wichtige Faktoren in der Bestimmung des numerischen Verhältnisses zwischen den beiden amphiklinen Bastardgruppen einer Kreuzung.

Die Amplitude des Einflusses dieser Faktoren geht von fast Null bis auf fast 100 pCt., durchläuft also die ganze verfügbare Skala. Unter mittleren Bedingungen kommt das Verhältnis der Mittelzahl 50 pCt. meist sehr nahe, und solches ist in meinem Garten, trotz seiner etwas zu nördlichen Lage, doch gewöhnlich der Fall gewesen. Sobald es sich aber um schwache Rassen handelt, weichen die Zahlen vom Mittelwerte ab und sehr oft muß man sich mit 40 pCt. oder noch weniger für den gewünschten Typus zufriedenstellen. Ich glaube jetzt allgemein annehmen zu dürfen, daß, wo nicht besondere Umstände vorherrschen, Abweichungen des Prozentsatzes vom Mittelwerte von 50 pCt. solchen kulturellen Bedingungen zuzuschreiben sind. Weicht das Ergebnis im ungünstigen Sinne ab, so kann man ruhig von Fehlern in der Kultur sprechen. Umgekehrt aber darf man von einer sehr sorgfältigen Behandlung ganz erhebliche Abweichungen in günstiger Richtung erwarten.

Als Beispiel für die vorliegende Mitteilung wähle ich die Befruchtung von *Oenothera Lamarckiana* mit dem Blütenstaube der *O. Lam. mut. nanella.* Diese gibt bekanntlich in der ersten Generation amphikline Bastarde, welche beide, nach Selbstbefruchtung, in den weiteren Generationen ebenso konstant sind wie die elterlichen Arten. In den Jahren 1897—98 habe ich weit über Hundert Einzelbestimmungen des numerischen Verhältnisses zwischen diesen beiden Typen gemacht.[1]) Ich erhielt als extreme Zahlen mit seltenen Ausnahmen 0 und 50 pCt. und als Mittelzahl 22 pCt., und beobachtete, daß die Abweichungen innerhalb dieser Gruppe deutlich von der individuellen Kraft der Samenträger bedingt waren. (S. 412.)

Damals arbeitete ich aber mit einjährigen Pflanzen von *O. Lamarckiana* (B. I S. 157) und kannte ich auch die günstige Wirkung des frühen Auspflanzens noch nicht. Dazu kommt dann noch, daß meine Rasse von *O. nanella* alljährlich stark von einer Krankheit ergriffen wurde, deren Ursache erst viel später von ZEYLSTRA entdeckt worden ist.[2]) Er fand, daß sie durch Bakterien bedingt wird, welche aus dem Boden in die Pflanzen eindringen und hier die Organe mißbilden und das Gewebe, namentlich der Blätter,

1) Die Mutationstheorie Bd. II, S. 406—418.

2) H. H. ZEYLSTRA: *Oenothera nanella,* eine krankhafte Pflanzenart. Biol. Centralbl., Bd. 41, S. 129—138, 1911.

spröde machen. Aus diesem Funde war dann abzuleiten, daß durch eine an Stickstoff ärmere, aber an Phosphaten reichere Düngung das Übel, wenn auch wohl nicht immer ganz, doch sehr wesentlich beseitigt werden könnte und seitdem sind meine Zwerge viel gesünder als früher und enthalten die Kulturen meist eine ausreichende Anzahl vorzüglicher Individuen, welche man für die Kreuzungen auswählen kann.[1])

Um günstigere Erbzahlen zu erhalten und damit den vollständigen Beweis für ihre Abhängigkeit von den Kulturbedingungen des Gartens zu liefern, habe ich dann die Versuche mit zweijährigen Kulturen von *O. Lamarckiana* und mit gesunden, obgleich einjährigen Zwergen, wiederholt. Ich habe die Kreuzungen in dem Sommer von *1914* gemacht; dieser war in unserer Gegend ein ganz besonders günstiger und zeigte seinen fördernden Einfluss in den meisten meiner damaligen Kulturen und in den von ihnen geernteten Samen. Ich glaube dieser Wahl einen wesentlichen Teil der erhaltenen Ergebnisse zuschreiben zu müssen.

Das Hauptergebnis war, daß die Mittelzahl, welche früher auf einjährigen Individuen etwa 22 % war, jetzt auf zweijährigen Pflanzen 65 % erreichte, während die Extreme, welche damals kaum 50 % betrugen, jetzt 90 % Zwerge und mehr ergaben.

Man darf daraus schließen: daß aus der Kreuzung *O. Lamarckiana* × *O. nanella* je nach den Kulturbedingungen fast 0 % bis fast 100 % Zwerge hervorgehen können, und daß dieser Gehalt um so größer ist, je größer die individuelle Kraft der gewählten Eltern war.

Ich komme jetzt zu der Beschreibung der einzelnen Versuche.

Den Hauptversuch habe ich mit drei sehr kräftigen zweijährigen Individuen meiner reinen Rasse von *O. Lamarckiana* gemacht. Die Exemplare waren in 1913 gekeimt aus Samen, welche Ende Mai auf dem Beete ausgesät waren und hatten sich zu kräftigen Rosetten ausgebildet ohne verpflanzt zu werden. Im nächsten Frühling wählte ich dann aus der ganzen Kultur die besten Individuen aus, verpflanzte deren zwei im März und ließ das dritte (C) an Ort und Stelle. Die Lage war für die Pflanzen A und B eine etwas verschiedene, doch ist davon im Resultat kein Einfluß zu bemerken gewesen.

1) Gruppenweise Artbildung. Berlin, Gebr. Bornträger 1913, S. 205—213. Vergleiche namentlich auch die Figuren gesunder und kranker Zwerge, Abb. 89—95, S. 207 bis 211.

Alle drei fingen sie um den 10. Juli an zu blühen und fuhren damit bis etwa Mitte August fort. Ich habe jeden dritten Tag die sich gerade öffnenden Blüten gemerkt, und die Früchte in diesen dreitägigen Gruppen geerntet. Die Anzahl der jeden Abend blühenden Blumen bildet ein vorzügliches Maß für den Einfluß des Wetters auf das Wachstum der Pflanzen. Täglich habe ich die Temperaturen aufgenommen und die Anzahl der Sonnenscheinstunden photographisch fixiert und bestimmt, und mich überzeugt, daß die Blütenkurve mit diesen Faktoren im wesentlichen parallel verläuft. Es war bis zum 23. Juli prachtvolles sonniges Wetter und es öffneten sich im Mittel 7—9 Blüten pro Tag auf jeder Rispe. Von diesem Tage an bis Mitte August war das Wetter regnerisch und kühl mit 3—5 Blüten pro Tag pro Rispe. Der Einfluß dieses Wechsels hat sich in den Erbzahlen sehr deutlich gezeigt.

Die Pflanzen wurden über zwei Meter hoch; die Fruchtbildung war durchweg normal. Jede Blüte wurde vor dem Öffnen einzeln in einen kleinen Pergaminbeutel eingehüllt, mit welchem sie dann später von selbst von der jungen Frucht abfiel. Für die Bestäubung benutzte ich ungeöffnete Knospen oder in ähnlichen Beuteln eingehüllte Blüten meiner reinen Rasse von *O. nanella*. Diese Kultur war Mitte April, also sehr früh, ausgepflanzt. Da aber eine einzelne Zwergpflanze nicht ausreichenden Blütenstaub für die Befruchtung einer ganzen Traube von *O. Lamarckiana* liefert und man somit an manchen Tagen keinen oder doch nicht ausreichenden Blütenstaub vorfinden würde, habe ich den Pollen von mehreren Exemplaren entnommen. Diese gehörten aber einer, von einer einzigen selbstbefruchteten Mutter abstammenden Kultur an.

Als die untersten Früchte zu reifen anfingen, wurden sie mit einer Drahtöse geschlossen, um keine Samen zu verlieren, und nach der Reife der obersten Samen wurde die ganze Traube abgeschnitten, und in einem trockenen Schrank hängend aufbewahrt. Die Samen wurden in breiten Holzkästen ausgesät und die Keimlinge im Mai und im Juni in üblicher Weise ohne Verpflanzen ausgezählt. Die Zwerge waren leicht und deutlich als solche kenntlich.

Ich gebe jetzt das Ergebnis in der Form einer Tabelle, welche die Anzahl der Keimpflanzen sowie den prozentischen Gehalt an Zwergen für jede einzelne Bestimmung enthält. Diese sind in der Reihenfolge der dreitägigen Blütenperioden angeordnet und zwar *einzeln für die beiden verpflanzten Individuen A und B und für die nicht versetzte Pflanze C.*

Oenothera Lamarckiana × *O. nanella.*
Prozentischer Gehalt an Zwergen je nach der Blütenperiode.

Blüte	Anzahl der Keimpflanzen A	B	C	Prozent Zwerge A	B	C
12.—14. Juli	373	269	229	58	88	87
15.—17. „	184	290	210	78	80	84
18.—20. „	160	220	254	89	90	78
21.—23. „	175	146	130	68	94	84
24.—26. „	123	204	126	56	57	51
27.—29. „	238	166	159	72	61	65
30. Juli—1. August	287	59	200	72	59	78
2.—4. August	249	162	282	68	68	68
5.—7. „	209	255	155	44	40	47
8.—10. „	210	251	410	36	50	62
11.—13. „	173	246	227	53	63	59
14.—16. „	89	156	195	67	40	60

Wie man sieht, sind fast alle diese Zahlen höher als die entsprechenden Erbzahlen für einjährige Pflanzen (1—50 %). Die Anzahl der gezählten Keimpflanzen ist nur in zwei Fällen eine zu kleine, aber deren Ergebnisse weichen nicht wesentlich vom Mittel ab und haben somit keinen Einfluß auf das Resultat. Übrigens umfaßten die Gruppen alle je mehr als 120 Keimpflanzen. Im ganzen sind etwa 7500 Keimlinge für diesen Versuch ausgezählt worden.

Fassen wir die Ergebnisse der dreitägigen Perioden zu zwölftägigen zusammen, so erhalten wir folgende Übersicht:

Blüte	Wetter	Blütenkurve A	B	C	% der Zwerge A	B	C
12.—23. Juli	sonnig und warm	7	8	9	73	88	83
24. Juli — 4. August	regnerisch, kühl	4	4	5	67	61	65
5.—16. August	ebenso	3	5	4	50	48	57

Unter Blütenkurve ist die mittlere Anzahl der sich an drei aufeinanderfolgenden Abenden in der betreffenden Periode öffnenden Blüten verzeichnet. Die Tabelle zeigt, daß für die Zeit, in welcher das Wetter während der Reduktionsteilung, der Synapsis und der Befruchtung sehr günstig war, der prozentische Gehalt an Zwergen sehr hoch ist, während er für die regnerische Periode des Sommers merklich geringer ist. Eine ähnliche Abnahme habe ich auch sonst in meinen Versuchen vielfach be-

obachtet, sowohl bei Kreuzungen von *O. nanella*[1]), als von *O. lata* und *anderen*. Offenbar braucht sie nicht immer einzutreten, namentlich nicht, wenn sich der Einfluß der Witterung nicht in dieser Weise geltend macht. So z. B. in 1914 in Versuchen auf Trauben, welche erst Ende Juli zu blühen anfingen.

Hauptsache ist aber, daß die gefundenen Erbzahlen zwischen 40 pCt. und etwa 90 pCt. wechseln, anstatt, wie früher, zwischen 0 und 50 pCt., und daß ihr Mittelwert etwa 65 pCt. ist, anstatt 22 pCt.

Einen zweiten Versuch habe ich über den Einfluß des frühen oder späten Verpflanzens einjähriger Exemplare von *O. Lamarckiana* gemacht. Die eine Gruppe wurde am 15. April auf das Beet gebracht, die andere aber erst am 15. Mai. Letzteres ist für unser Klima sehr spät, erlaubt aber die regelmäßige Stengelbildung und das Blühen vor Ende August noch. Die *Lamarckiana*-Pflanzen wuchsen sämtlich kräftig, den Blütenstaub lieferten Zwerge aus der oben beschriebenen Kultur.

Befruchtung einjähriger Pflanzen von *O. Lamarckiana* mit Zwergen.

No: der Pflanze	Ausgepflanzt	Anzahl der Keimlinge	% Nan.	Mittel
1914 A.	15. April	287	54	51
B.	,,	255	51	
C.	,,	311	53	
D.	,,	270	46	
E.	15. Mai	313	42	29
F.	,,	116	17	
1913 AB.	30. April	148	13	18
CD.	,,	98	22	

In der Tabelle sind ferner zwei Versuche aus 1913 aufgeführt, in denen das Verpflanzen gleichfalls zu spät und zwar am 30. April stattfand. Zu jedem dieser beiden Versuche dienten zwei Individuen von *Lamarckiana*; ihre Ernten wurden zwar getrennt geprüft, die Resultate aber addiert, wegen der Kleinheit der ausgesäten Proben. Die Tabelle lehrt, daß beim Auspflanzen Mitte April eine normale Erbzahl erhalten werden kann, daß diese aber bei verspätetem Auspflanzen sehr wesentlich verringert wird.

Ein dritter Versuch galt dem Einflusse sehr starken Begießens. Es wurden aus einer Mitte April 1914 ausgepflanzten Kultur

1) z. B. 1897, siehe die Mutationstheorie II, S. 414, wo der Gehalt an Zwergen auf einjährigen Pflanzen im Laufe des Sommers von 31 auf 16 % herabfiel.

einjähriger Pflanzen von *O. Lamarckiana* vier sehr kräftige Individuen ausgewählt und am 23. Juni nochmals verpflanzt. Sie hatten bereits Stämme von 40–60 cm und nach früheren Erfahrungen ist ein so spätes Umsetzen für die Erfolge von Kreuzungen im hohen Grade nachteilig. Ich setzte die Pflanzen aber in große Töpfe und begoß sie alltäglich mehrere Male, um die Erde völlig naß zu halten. Anfangs beschattete ich sie, sobald sie sich aber ausreichend erholt hatten, um die Sonne ertragen zu können, brachte ich sie an einen sonnigen Ort. Sie fingen Mitte Juli an zu blühen und Anfang August befruchtete ich eine Gruppe von Blüten mit dem Staub der oben erwähnten Zwerge. Das Ergebnis war das folgende:

O. Lamarckiana × *O. nanella.*

Einfluß starken Begießens auf die Erbzahlen.

Pflanze	Anzahl der Keimlinge	Prozent Zwerge	Mittel
A	219	59	
B	293	71	66 %
C	251	73	
D	407	62	

Wie man sieht sind diese Erbzahlen sämtlich verhälnismäßig hohe, so hoch wie man sie sogar unter normalen Bedingungen von einjährigen Pflanzen nicht erwarten darf. Es kann somit der schädliche Einfluß des späteren Verpflanzens durch sehr starkes Begießen aufgehoben werden.

Einen weiteren Versuch über diese letzte Frage habe ich mit zweijährigen Pflanzen von *O. Lamarckiana* gemacht. Diese versetzte ich am 15. Mai 1914, als sie bereits Stämme von 40—50 cm hatten. Ich brachte sie auf ein Beet an der vollen Sonne und dementsprechend welkten sie so stark, daß viele der unteren Blätter vertrockneten und daß die Gipfel der Stengel schlaff herabhingen. Dann ließ ich sie jeden Tag während mehrerer Stunden von einer Gartenspritze befeuchten und sie erholten sich und blühten später fast normal. Eine dieser Pflanzen befruchtete ich mit *O. nanella,* zählte die Aussaat, welche 244 Keimlinge umfaßte, aus und fand 78 pCt. Zwerge. Also eine sehr hohe Erbzahl.

Fassen wir zum Schluß die Resultate kurz zusammen.

1. Die Kreuzung von *Oenothera Lamarckiana* mit *O. Lam. mut. nanella* liefert, je nach den Kulturbedingungen, 0 bis 90 pCt. Zwerge.

2. Bei einjähriger Kultur ist diese Erbzahl gewöhnlich niedriger als 50 pCt., bei zweijähriger Kultur pflegt sie diesen Wert zu übersteigen.

3. Durch frühzeitiges Auspflanzen sowie durch sehr starkes Begießen während der Zeit der Bewurzelung, können auch einjährige Pflanzen dazu gebracht werden, bei der genannten Kreuzung hohe Erbzahlen zu liefern.

4. Der Prozentsatz an Zwergen aus der genannten Kreuzung ist also kein konstanter Wert, sondern im höchsten Grade von den Kulturbedingungen abhängig. Dasselbe gilt für viele analoge Spaltungen, sei es nach Kreuzungen, sei es nach Selbstbefruchtung heterogamer Mutanten.

47. E. Ule: Über brasilianische Rafflesiaceen.[1])

Während die großen Formen dieser interessanten aus Schmarotzern bestehenden Pflanzenfamilie dem indisch-malayischen Gebiete angehören, ist Amerika und insbesondere Mexiko und Südamerika reich an kleinen Formen, die zumeist zu der Tribus der Apodantheae gehören (SOLMS-LAUBACH in Engler, Pflanzenreich Heft 5 (1901), 12.) Die Apodantheae bestehen aus drei Gattungen: die kleine Gattung *Apodanthes* Poit. zählt drei südamerikanische Arten[2]), die größere

1) Vorliegende Arbeit fand sich im Nachlaß ULE's in fast druckfertigem Zustande. Ich hielt mich zu ihrer Veröffentlichung für berechtigt und verpflichtet, da ich den Gegenstand in öfteren Besprechungen mit dem Verfasser kennen gelernt hatte und es bedauert hätte, wenn seine Beobachtungen und Anschauungen über das interessante Thema, auf das er viel Mühe während der letzten Wochen seines Lebens verwandt hatte, verloren gegangen wären. Inwieweit sich ULE's engerer Speziesbegriff in diesem Falle gegenüber dem weiteren, den SOLMS-LAUBACH vertritt, halten läßt, wird erst aus späteren Untersuchungen an reicherem Material, die womöglich in der Heimat der Pflanzen anzustellen sind, hervorgehen. Ich habe die Arbeit im wesentlichen in der Form gelassen, wie ich sie vorfand, und mich auf einige stilistische Aenderungen und die Einfügung der Literaturzitate, die alle noch fehlten, beschränkt. Einige von mir herrührende Anmerkungen sind mit H. H. bezeichnet. H. Harms.

2) Außer *Apodanthes casearinae* Poit. und *Ap. flacourtiae* Karst. (siehe SOLMS-LAUBACH, l. c. 13) noch *Ap. surinamensis* Pulle in Recueil des Trav. bot. Neerlandais VI (1909) 259 in Surinam; die Wirtspflanze dieser Art ist unbestimmt, die Art soll sich nach PULLE der Gattung *Pilostyles* nähern. — ULE hat *Apodanthes casearinae* Poit. im Amazonas-Gebiet am oberen Juruá 1901 (n. 6937a) und in Peru im Depart. Loreto in der Serra de Ponasa 1903 (n. 6937b) gesammelt; Notizbl. Bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem VI Nr. 59 (1915), 292.

H. H.

Gattung *Pilostyles* Guill. hat etwa 20 oder mehr Arten, von denen die Mehrzahl in Mittel- und Südamerika vorkommt, und nur drei in der alten Welt zu Hause sind, nämlich eine in Vorderasien (Syrien und Persien; *P. Haussknechtii* Boiss.) und zwei im tropischen Afrika (*P. aethiopica* Welw. und *P. Holtzii* Engl. in ENGLERs Bot. Jahrb. XLVI (1912), 293; vergl. auch ENGLER, Pflanzenwelt Afrikas III. 1. (1915), 114). Die Arten von *Apodanthes* schmarotzen auf Flacourtiaceen (*Flacourtia* und *Casearia*-Arten), die Arten von *Pilostyles* wurden bisher nur auf Leguminosen gefunden. Es sei hierbei daran erinnert, daß die Arten der schönen Uredineen-Gattung *Ravenelia*, deren Teleutosporen in schirmartigen Köpfchen vereinigt sind, auch vorzugsweise auf Leguminosen vorkommen.

Die *Pilostyles*-Arten gehören wie viele andere Rafflesiaceen zu den am stärksten reduzierten Siphonogamen; die vegetativen Organe sind nur als thallusartige Gebilde in der Nährpflanze entwickelt und die kaum pfefferkorngroßen Blütensprosse brechen in dichten Scharen an Aesten und Zweigen hervor. Sie haben manches mit parasitischen Pilzen gemein, denn ihr reihenweises Auftreten an den Zweigen erinnert an ähnliche Vorkommnisse bei Ascomyceten, Uredineen oder Ustilagineen. Bei der Auffassung des Artbegriffes möchte ich auch gewisse Gesichtspunkte, die bei den Pilzen eine Rolle spielen, berücksichtigt wissen; deshalb weichen meine Ansichten über die Arten der Gattung *Pilostyles* in manchen Punkten von denen, die SOLMS-LAUBACH vertreten hat, ab.

Von den Organen der *Pilostyles*-Arten kommt nur der Blütensproß, der eigentlich nur aus der Blüte besteht, zu einer besonderen Entwickelung. Der Blütensproß besteht aus drei oder bei einer einzigen Art (*P. Haussknechtii*) nur aus zwei Kreisen von Blättern[1], die im allgemeinen elliptische oder ovale Form haben. Die Arten sind eingeschlechtlich. Die weiblichen Blüten haben einen unterständigen Fruchtknoten mit kegelförmigem Griffel; die männlichen Blüten haben an der Geschlechtssäule einen Ring von Antheren, die in zwei, seltener in 3 oder 4 Reihen angeordnet sind. Die Blüten sind somit sehr einfach gebaut und bieten nur wenige deutliche Merkmale zur Unterscheidung der Arten.

Nach allem, was wir bis jetzt von den Rafflesiaceen wissen, sind sie univor, d. h. sie bewohnen nur eine bestimmte Art Pflanzen oder wenige nahe verwandte Arten. Ehe wir nicht bestimmte

1) SOLMS-LAUBACH faßt die Hüllblätter unter der Bezeichnung „folia“ zusammen und nennt die Perigonabschnitte „folia perigonialia“; andere Autoren (GARDNER, ENGLER) unterscheiden zwischen „bracteae“ und „perianthium“ oder „tepala“. H. H.

Beweise vom Gegenteil haben, dürfen wir an dieser Regel auch für *Pilostyles* festhalten. Nun hat aber SOLMS-LAUBACH zu der auf *Bauhinia* vorkommenden *Pilostyles Blanchetii* (Gardn.) R. Br. auch Formen gestellt, die auf Arten von *Mimosa* wachsen, und zu *P. ingae* (Karst.) Hook. f. gehören nach ihm Formen auf *Inga*, *Calliandra* und *Mimosa* (l. c. 14 und 15), wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß die Gattung *Inga* hier wegfällt, da diese nach früheren Anschauungen auch Formen von *Calliandra* mit umfaßte. Bei genauerer Untersuchung und Berücksichtigung der Merkmale des lebenden Parasiten findet man jedoch Unterschiede, die es gestatten, die unter *P. ingae* vereinigten Formen in Arten zu zerlegen. Es wird meiner Ansicht nach bei der Unterscheidung der Arten dieser parasitischen Phanerogamen nötig sein, das Substrat zu berücksichtigen, in ähnlicher Weise wie bei den Pilzen.

Die verschiedenen Arten von *Pilostyles*.

Betrachten wir nun die Arten dieser Gattung genauer, so haben wir zunächst eine Art mit nur zwei Kreisen von Tepalen (proles floralis verticillis binis alternis tantum instructa, SOLMS-LAUBACH, l. c. 14), nämlich 1. *P. Haussknechtii* Boiss. (auf *Astragalus*-Arten in Syrien und Persien). Ferner zwei Arten des tropischen Afrika mit ungleichen Kreisen von Tepalen (verticilli inaequales inferior triphyllus ceteri hexaphylli, nach SOLMS-LAUBACH): 2. *P. aethiopica* Welw. (auf *Berlinia paniculata* Benth. in Angola) und 3. *P. Holtzii* Engl.[1]) (auf *Berlinia Eminii* Taub., in Deutsch-Ostafrika, Ugogo-Steppe.) Diese drei Arten (die erste auf einer Papilionate, die beiden andern auf der Caesalpinioidee *Berlinia*) sind zugleich diejenigen, deren Heimat von dem Verbreitungszentrum der Gattung in Mexiko und Brasilien am weitesten entfernt ist.

Drei fünfzählige Blattwirtel (verticilli ut videtur pentaphylli, SOLMS-LAUBACH, l. c. 13) besitzt 4. *P. Thurberi* A. Gray[2]) (auf *Dalea Emoryi* und *Dalea frutescens* in Arizona und Nord-Mexiko). Durch dreireihige Antheren zeichnet sich 5. *P. Berterii* Guill. aus (auf *Adesmia*-Arten in Chile und Argentinien). Die Nährpflanzen dieser beiden Arten gehören zu den Papilionaten. Eine

1) Nach ENGLER steht die Art der *P. aethiopica* Welw. nahe, unterscheidet sich aber durch breitere Brakteen, durch weniger stumpfe und anders angeordnete Tepalen sowie durch weniger Pollensäcke. H. H.

2) Zu *P. Thurberi* A. Gray rechnet SOLMS-LAUBACH (l. c.) auch *Apodanthes Pringlei* Wats. in Bot. Gazette XVI (1891) 83 t 9 auf *Dalea frutescens* Gray (= *Pilostyles Pringlei* Hemsl. in Journ. Linn. Soc. XXXI (1896) 311; ROSE in Contrib. U. S. Nat. Herb. XII (1909) 264 hält die Art aufrecht, die nach ihm [illegible] H. H.

größere Zahl von *Pilostyles*-Arten aus den südlichen Vereinigten Staaten und Mexiko hat J. N. ROSE beschrieben, die nach der Zahl der Antherenreihen und der Größe und Farbe der Tepalen unterschieden werden; alle diese Arten wachsen suf Arten der Papilionaten-Gattung *Parosela* Cav. (=*Dalea* L.). *P. Thurberi* A. Gray wurde schon eben genannt. Es sind dann noch folgende Arten: 6. *P. glomerata* Rose (Mexiko) auf *Parosela canescens* Rose (?). 7. *P. Palmeri* Rose (Mexiko) auf *Parosela leucostoma* Rose (wahrscheinlich) 8. *P. Covillei* Rose (Texas) auf *Parosela formosa* (Torr.) Vail. 9. *P. sessilis* Rose (Mexiko) auf *Parosela tuberculata* Rose (wahrscheinlich). 10. *P.* sp. (Mexiko) auf *Parosela microphylla* Rose. (Contrib. U. S. Nat. Herb. XII. part. 7. (1909) 263—265.)

Betrachten wir nun diejenigen *Pilostyles*-Arten, die auf *Bauhinia* schmarotzen, so haben wir zunächst 11. *P. globosa* (Wats.) Hemsl. (in Journ. Linn. Soc. XXXI (1896) 311; *Apodanthes globosa* S. Wats. in Bot. Gazette XII (1891) 83 t. 9) auf *Bauhinia lunarioides* Gray in Nord-Mexiko (mit länglichen Antheren und kleinen runden Blütensprossen); ferner 12. *P. caulotreti* (Karst.) Hook. f. auf einer *Bauhinia*-Art aus der Sektion *Caulotretus* in Venezuela und dem nördlichen Amazonasgebiet[1]) (mit runden Antheren und größeren Blütensprossen); schließlich 13. *P. Blanchetii* (Gardn.) R. Br.[2]) auf verschiedenen *Bauhinia*-Arten (vermutlich alle zur Sektion *Pauletia* gehörig) in den zentralbrasilianischen Staaten Minas Geraes, Goyaz, Bahia und Piauhy (mit länglichen Antheren und eiförmigen Blütensprossen). Wir sehen bei diesen auf *Bauhinia* vorkommenden Arten, wie sie nach der Gegend ihres Vorkommens und der Art der Nährpflanze sich von einander unterscheiden.

---

1) Vergl. Notizbl. Bot. Gart. u. Mus. VI Nr. 59 (1915) 292: *Pilostyles caulotreti* Hook. f. Brasilien, Amazonas: Auf der Serra de Mairary, 800 m, Gebiet des oberen Rio Branco, auf Zweigen von *Caulotretus* (*Bauhinia*) schmarotzend, Febr. 1909 (ULE n. 8388).

2) Zu *Pilostyles Blanchetii* (Gardn.) R. Br. in Trans. Linn. Soc. XIX (1845) 247 (*Apodanthes Blanchetii* Gardn. in Hook. Icon. pl. (1844) t. 655b.) gehören folgende Exemplare nach ULE's Bestimmungen: Piauhy: Serra Branca (ULE n. 7161 u. 7161b, Jan. 1907); Bahia: Taboleiros bei Itapicuru Bom Jesus (ULE n. 4 B.; Aug. 1906); außerdem haben wir noch ein kleines Stück eines von ULE (s. n.) in Minas Geraes bei Caraça gesammelten Exemplars. Ferner gehört hierher offenbar GLAZIOU n. 19819 (von SOLMS-LAUBACH bestimmt) aus Minas Geraes, Biribiry bei Diamantina (nach GLAZIOU in Bull. Soc. bot. France LVIII, Mém. & f. (1911) 576.) — Das von SOLMS-LAUBACH dazu gerechnete Exemplar aus Goyaz Ule n. 3098 ist nach ULE *P. goyazensis* Ule n. sp. auf *Mimosa*. — Das von BLANCHET n. 2861 in Bahia (Serra de Açurua) gesammelte Original-Exemplar trägt den offenbar nicht veröffentlichten Namen *Pilostyles brasiliensis* Moric. H. H.

In Brasilien fand ich eine einzige *Pilostyles*-Art auf einer Papilionate, und zwar im Norden des Amazonas-Gebietes südlich des Roraima-Gebirges: 14. *P. galactiae* Ule auf *Galactia Jussiaeana* H. B. K. im Gebiete des Rio Branco; die Art zeichnet sich durch regelmäßig vierzählige rundliche und abgeplattete Blütensprosse aus.

Schwierig zu unterscheiden sind diejenigen Arten, die auf Mimosoideen vorkommen, und die SOLMS-LAUBACH fast alle in der Spezies *P. ingae* (Karst.) Hook. f. vereinigt hat, obwohl sie auf einer Anzahl Arten von *Calliandra* und *Mimosa* gefunden worden sind. Was zunächst die auf *Calliandra*-Arten wachsenden Formen betrifft, so finden sich davon drei Formen vor. GARDNER entdeckte eine *Pilostyles* auf *Calliandra brevipes* Benth.[1]) in Goyaz (Hook. Icon. pl. (1844) t. 644). Ich selbst habe diese Form häufig im Bereich des oberen Tocantins gefunden, wo die Nährpflanze *Calliandra brevipes* Benth. wächst. Sie ist leicht kenntlich an den schneeweißen Spitzen der inneren Tepalen und unterscheidet sich dadurch leicht von den in derselben Gegend vorkommenden Arten auf *Mimosa*. Diese Färbung der inneren Tepalen und das Vorkommen auf *Calliandra* scheinen mir ausreichende Gründe zur Aufrechterhaltung der alten Art: 15. *P. calliandrae* (Gardn.) R. Br. (Trans. Linn. Soc. XIX (1845) 247; *Apodanthes calliandrae* Gardn. in Hook. Icon. pl. (1844) t. 644). Anscheinend dieselbe Art fand ich dann Jan. 1907 in Bahia unweit Remanso am Rio S. Francisco auf *Calliandra leptopoda* Benth. und *C. catingae* Harms. Ob 16. *Pilostyles ingae* (Karst.) Hook. f., die in Columbia bei Popayan auf jüngeren Zweigen einer *Calliandra*[2]) gefunden wurde, hierher gehört, ist schwer zu entscheiden; sie mag vorläufig als eigene Art gelten. Eine besondere Stellung beansprucht aber jedenfalls 17., *P. mexicana* (Brandegee) Rose (*Apodanthes mexicana* Brandegee in Zoe V (1908) 244; Rose in Contrib. U. S. Nat. Herb. XII (1909) 264) auf *Calliandra grandiflora* Benth. in Mexiko, die schon viel größere abgerundete Blüten besitzt.

Eine große Anzahl von *Pilostyles*-Formen habe ich selbst nun auf *Mimosa*-Arten sowohl im Staate Sta. Catharina wie besonders später im Staate Goyaz gefunden. Etwas Material solcher Arten fand sich auch unter den von SELLO gesammelten Pflanzen; wahr-

1) Hier liegt ein Irrtum vor insofern, als GARDNER l. c. eine mit *C. cylindrocarpa* Benth. verwandte Art angiebt; die abgebildete Nährpflanze hat mit *C. brevipes* nichts zu tun. H. H.

2) Nach dem Bilde in Fl. brasil. IV. 2. (1878) 125 t. 27 Abb. 31 kann die Nährpflanze keinesfalls zu *Inga* im Sinne BENTHAMS gehören, da sie doppeltgefiederte Blätter besitzt. — H. H.

scheinlich stammt es aus Minas Geraes. Ich habe seinerzeit Spiritus-Material einer auf *Mimosa setosissima* Taub. vorkommenden *Pilostyles*-Art gesammelt und es Herrn Prof. VON GOEBEL überlassen; dieses erhielt SOLMS-LAUBACH, und er beschrieb danach eine neue Art *P. Ulei* Solms-Laub., die er aber später wieder einzog und zu *P. ingae* stellte (l. c. 14).

Diese Art kann aber meines Erachtens nicht mit den auf *Calliandra* vorkommenden Arten identifiziert werden, vielmehr muß sie als eigene Art (18) *P. Ulei* Solms-Laub. bestehen bleiben. Ferner muß nach eingehender Prüfung des von mir gesammelten Materials jedenfalls noch eine weitere Art abgetrennt werden. Die Nrn. 3097, 3098, 3099 und g., die SOLMS-LAUBACH zu *P. Blanchetii* stellt, sind besser als eigene Art anzusehen: 19. *P. goyazensis* Ule, die sich durch schwach gefranzte Tepalen und kleinere Blütensprosse auszeichnet. Wollte man sich bei der Aufstellung der Arten dieser Gattung zu sehr nach äußeren Merkmalen richten, so müßte man noch viel mehr zusammenziehen und dann müßte schließlich auch die neue Art *P. galactiae* Ule mit *P. ingae* vereinigt werden. Zur Abtrennung weiterer Spezies sind die Nährpflanzen noch zu wenig bekannt; auch reichen die bisher nur spärlichen Beobachtungen noch nicht völlig aus, um ein sicheres Urteil zu gewinnen. Die Form Nr. 3093 auf *Mimosa cyclophylla* Taub. scheint unter allen noch am ehesten Anspruch auf eigene Artgeltung zu besitzen wegen der großen Blütensprosse und breiten, fast ganzrandigen Tepalen. Indessen wird es ratsam sein, diese *Pilostyles*-Form zunächst noch mit *P. Ulei* Solms-Laub. zu vereinigen, bis eingehendere Beobachtungen und noch reichlicheres Material ein sicheres Urteil gestatten.

Im Interesse der Übersichtlichkeit führe ich die in Brasilien vorkommenden, von mir selbst beobachteten kritischen Arten mit ihren Nährpflanzen, soweit diese bekannt sind, noch besonders auf.

14. ***Pilostyles galactiae*** Ule (in Notizbl. Bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem VI., Nr. 59 [1915] 292). — Proles floralis subglobosa deplanata triverticillata, verticillis tetraphyllis. Folia integra obtusata, perigonialia basin versus angustata; antherae globosae biseriatae; discus utriusque sexus mediocris; stylus brevis in conum abbreviatum desinens, deorsum in verticem germinis snbglobosi sensim sensimque transiens.

Amazonas-Gebiet: Im Gebiet des Rio Branco, am unteren Rio Surumu, auf *Galactia Jussiaeana* H. B. K. schmarotzend, Okt. 1909 und März 1910 (ULE n. 7895).

15. ***Pilostyles calliandrae*** (Gardn.) R. Br. (in Trans. Linn. Soc. XIX. [1845] 247: *Apodanthes calliandrae* Gardn. in Hook. Icon. pl. [1844] t. 644). — Folia ovata obtusa integerrima, interna apicem versus alba; columna conica, subtus sensim sensimque dilatata, disco subnullo.

Goyaz: Im Gebiet des Rio Tocantins auf *Calliandra brevipes* Benth. (nach Bull. Soc. bot. France LVIII. Mem. 3 f. [1911] 576 gehört hierher das Exemplar GLAZIOU n. 22030a „entre Lage et le Rio Tocantins").

Bahia: Unweit Remanso, Jan. 1907 gesammelt auf *Calliandra catingae* Harms (ULE n. 7178) und *Calliandra leptopoda* Benth. (ULE n. 7179).

18. ***Pilostyles Ulei*** Solms-Laubach (in GOEBEL, Organographie d. Pflz. II. 1. (1900) 434, Abb. 292; in ENGLER, Pflanzenreich, Heft 5 (1901) 14 Nr. 6 unter *P. ingae*). — Proles floralis verticillis ternis tetraphyllis instructa. Folia margine irregulariter crenulata dentata, verticilli supremi basin versus angustata. Columna genitalis floris ♂ basi annulo lato depresso circumdata, disco alte convexo terminata, tubo antherifero adnato sed distincto praedita. Antherae serie duplici dispositae.

Santa Catharina: Im Tale des Campo Capivare auf der Serra Geral, auf *Mimosa polycarpa* Kunth (ULE n. 1883; Febr. 1891).

Goyaz[1]) (1892—1893): Serra dos Pyreneos, auf *Mimosa setosissima* Taub. (ULE n. 3096); am Vargem Grande, auf *Mimosa tomentosa* Taub. (ULE n. 3094); Serra dos Pyreneos, auf *Mimosa Claussenii* Benth. (ULE n. 3107); am Rio Tocantins, auf *Mimosa Ulei* Taub. (ULE n. h.); im Tale des Passa tempo, auf *Mimosa cyclophylla* Taub. (ULE n. 3093). — Bei folgenden Exemplaren ist die *Mimosa*-Art nicht näher bestimmt: im Walde am Tocantins (ULE n. 3091); bei Salto (ULE n. 3092); oberes Maranhão-Gebiet, am Vargem Grande (ULE n. 3095); Serra Dourada (ULE n. 3106); Paranahyba-Gebiet bei Ponte Lavrada (ULE n. 3108 u. n. 3109); am Rio Preto (ULE n. d); Serra dos Pyreneos (ULE n. e).

---

1) Ausser den hier angeführten Nrn. besitzt das Berliner Herbar noch folgende auf Mimosen wachsende Exemplare aus Goyaz, die ULE nicht bezeichnet hat; SOLMS-LAUBACH hatte sie zu *P. Ingae* gerechnet: GLAZIOU n. 22027, 22028, 22029, 22030 (in Commissão exploradora do Planalto central do Brazil, 1894 - 95); vermutlich gehören sie zu *P. Ulei* Solms-Laubach — Ob die Mimosa der Nr. 1883 wirklich zu *M. polycarpa* Kunth gehört, wie ULE auf dem Zettel des Berliner Herbars angibt, ist mir fraglich; das beigeklebte Exemplar von *Mimosa* ist jedenfalls eine andere Art (wohl *M. incana* Benth.). — H. H.

Die Entwicklungsgeschichte dieser Art ist eingehend behandelt in der Arbeit: W. ENDRISS, Monographie von *Pilostyles ingae* (Karst.) (*P. Ulei* Solms-Laub.), in Flora, 91. Bd. (1902) 209—236.

19. ***Pilostyles goyazensis*** Ule n. sp.[1]) — Proles floralis verticillis ternis tetraphyllis instructa. Folia margine irregulariter crenulata ciliolata, verticilli supremi basin versus angustata. Columna genitalis floris ♂ basi annulo lato depresso circumdata, disco alte convexo terminata, tubo anthérifero adnato sed distincto praedita. Antherae serie duplici dispositae.

Goyaz: Corumba-Gebiet, Sobradinho (ULE n. 3097, Aug. 1892); Serra dos Pyreneos (ULE n. 3098, Dez. 1892); ebenda, auf *Mimosa pyrenea* Taub. (ULE n. 3099, Dez. 1892); im Corumba-Gebiet (ULE n. f., Aug. 1892); Serra dos Pyreneos (ULE n. g., Aug. 1892). — Die Nährpflanzen sind in allen Fällen *Mimosa*-Arten.

Über die Verbreitung der Rafflesiaceen in Brasilien.

Zum ersten Male fand ich eine *Pilostyles*-Art in Brasilien auf der Serra Geral im Staate Sta. Catharina dicht an der Grenze des Staates Rio Grande do Sul im Quellgebiet des Rio Uruguay; das war im Dezember 1890. Der Schmarotzer wuchs hier an den dünnen Stämmen einer dort in Sümpfen häufigen *Mimosa*, *M. polycarpa* Kunth (n. 1734), schien aber selten zu sein. Zwei Jahre später hatte ich Gelegenheit, an einer Expedition nach Goyaz teilzunehmen und hier weite Strecken zu bereisen. In diesem Gebiete beobachtete ich nun zahlreiche Exemplare von *Pilostyles* und zwar auf etwa 18 *Mimosa*-Arten, 6 *Bauhinia*-Arten und 1 *Calliandra*. Die meisten fand ich im mittleren Goyaz und nur einige auf *Bauhinia* auch in Minas Geraes, wo ich sie schon im März ein Jahr vorher in der Serra de Caraça gesammelt hatte. Eine andere Rafflesiacee fand ich erst wieder 1901 im Amazonasgebiet, nämlich *Apodanthes caseariae* Poit. am oberen Juruà bei der Station Juruà Mirim und ein Jahr später in Peru im Grenzgebirge zwischen Yurimaguas und Tarapoto, in der sogenannten Serra de Ponasa in etwa 1000 m Höhe über dem Meere. Während der Jahre 1906—1907 fand ich wieder

1) Die von ULE vorgeschlagene Anordnung und Nummerierung der Arten scheint bis zu einem gewissen Grade auf die morphologischen Beziehungen zwischen den Arten zu verzichten und sich mehr an äussere Beziehungen wie Verbreitung und Wirtspflanze zu halten. In der Anordnung der Arten, die SOLMS-LAUBACH gibt, erkennt man dagegen deutlich die morphologischen Zusammenhänge und die fortschreitende Reduktion von 3 Blattwirteln auf 2 (*P. Haussknechtii*) und innerhalb der Gruppe der mit 3 Blattwirteln ausgestatteten Arten die Stufen, die sich hier in der gleichen oder ungleichen Ausbildung der Wirtel und der Zahl ihrer Glieder kund tun. — H. H.

2 *Pilostyles*-Arten, und zwar während meiner Reisen in den Staaten Bahia und Piauhy, nämlich *Pilostyles Blanchetii* auf *Bauhinia* und *P. calliandrae* auf *Calliandra*. Schließlich beobachtete ich im Jahre 1909 noch *Pilostyles caulotreti* im Gebiete des oberen Rio Branco in der Serra de Mairary, und die neue Art *P. galactiae* Ule am Rio Surumu. Ich habe wohl das bisher größte Material von Rafflesiaceen in Brasilien beobachtet und gesammelt, an 7 *Pilostyles*-Arten auf ungefähr 32 Arten von Nährpflanzen; ich darf mir daher wohl ein Urteil über die Art ihres Vorkommens erlauben.

Die meisten amerikanischen Rafflesiaceen bewohnen nach ihren Nährpflanzen savannenartige oder locker bewaldete Gebiete Nur *Apodanthes caseariae* wurde im Urwalde gefunden, einmal im Überschwemmungsgebiet, das andere Mal im Gebirge, desgleichen auch *Pilostyles caulotreti* im Gebirgswalde der Serra de Mairary. Viele Formen von *Pilostyles* fand ich im zentralbrasilianischen Savannengebiet, so in Goyaz zwei Arten auf etwa 18 Nährpflanzen aus der Gattung *Mimosa*, eine Art auf *Calliandra*, eine Art auf mehreren *Bauhinia*-Arten; in Minas Geraes dieselbe Art auf *Bauhinia*; in Bahia *P. Blanchetii* auf verschiedenen *Bauhinia*-Arten und *P. calliandrae* auf *Calliandra leptopoda* Benth. und *C. catingae* Harms; schließlich in Piauhy *P. Blanchetii* auch auf mehreren *Bauhinia*-Arten. Südlich dieses Gebietes haben wir das Vorkommen von *P. Ulei* Solms-Laub. auf *Mimosa polycarpa* in Sta. Catharina an der Grenze von Rio Grande do Sul; und viel weiter nördlich das von *P. galactiae* Ule und *P. caulotreti* (Karst.) Hook. f. Andere Botaniker haben diese Arten überhaupt nicht oder nur wenige davon und in einer geringen Zahl von Exemplaren in Brasilien gesammelt. Die übrigen Fundorte stimmen zumeist mit den meinigen überein oder liegen in benachbarten Gebieten.

Merkwürdigerweise scheinen die Rafflesiaceen im ganzen Küstengebiet zu fehlen und erst im mehr kontinentalen Binnenlande aufzutreten. So beschränkt sich das Vorkommen von *P. Ulei* im Staate Sta. Catharina auf das Hinterland, das schon zum Gebiete des Rio Uruguay gehört, und nicht zum Gebiete der kleinen Küstenflüsse. In gleicher Weise gehören die Gegenden von Minas Geraes und Bahia, in denen *Pilostyles* wächst, zum Binnenlande. Da die Nährpflanzen dieser Arten meist häufig vorkommen, so findet man diese Rafflesiaceen meist truppweise oder in Kolonien, selten vereinzelt. Oft ist das Vorkommen ein sehr sprunghaftes; so findet man *Pilostyles galactiae* an den unteren Stromschnellen des Surumu auf dem linken und rechten Ufer häufig, im übrigen Gebiete des Rio Branco und Surumu, wo ich überall die Nährpflanze *Galactia*

Jussiaeana häufig beobachtet habe, konnte ich jedoch nirgends den Schmarotzer finden. Beobachtungen über die Verbreitung der Samen hat niemand gemacht; so sind wir auf Vermutungen über die Art der Verbreitung angewiesen. Mechanische Verbreitungsmittel sind so gut wie ausgeschlossen, denn die beerenartigen Früchte sind rund, verhältnismäßig schwer und nicht klebrig, so daß der Wind sie nicht weit fortführen kann und Tiere sie kaum in ihrem Felle fortschleppen würden. Auch Strömungen, von heftigem Regen verursacht, können wenig zur Verbreitung der *Pilostyles*-Früchte beitragen, denn die Nährpflanzen wachsen mehr auf den Bodenerhebungen als in den Niederungen. So bliebe als einzige Verbreitungsweise die durch Tiere und zwar durch die Exkremente. Es müßte sich hier wohl um Tiere handeln, die mehr am Boden leben, denn da die Nährpflanzen meist kleine Sträucher oder Halbsträucher sind, so kommen hochfliegende Vögel, die ihre Exkremente auf Bäumen absetzen, nicht in Betracht. Am meisten würden sich hühnerartige Vögel eignen, die die Früchte aufnehmen, dann sich in Böschungen, wo sich viele Nährpflanzen finden, aufhalten, niederducken und dort auch die Samen mit ihren Exkrementen absetzen. Die Samen würden nun am Boden keimen, ein thallusartiges Geflecht bilden, das, wenn es mit den Wurzeln der zugehörigen Wirtspflanze zusammentrifft, in diese eindringt und sich dort weiter entwickelt. Ein oberirdisches Eindringen des Parasiten ist weniger wahrscheinlich, denn da die Nährpflanzen meist kleine Sträucher oder Halbsträucher sind, so ist es schwierig, sich zu erklären, wie die Samen durch die Exkremente auf Stämmchen oder Zweige kommen könnten. Neben hühnerartigen Vögeln könnten als Vermittler der Verbreitung der Samen auch manche kleinen Säugetiere in Betracht kommen, wie etwa Nager und Gürteltiere, doch scheint mir dies weniger wahrscheinlich zu sein.

Nehmen wir eine Verbreitung der Samen der Apodantheae durch hühnerartige Vögel an, so lassen sich manche Verbreitungserscheinungen erklären. So wuchs *Apodanthes caseariae* am Rio Juruá bei Juruá Mirim an wenigstens 30 Stämmen auf dem rechten Ufer, während ich auf dem linken Ufer, wo ich mich mehr aufgehalten habe, nur ein einziges Vorkommen beobachtete. In der trockenen Jahreszeit ist der strömende Teil des Flusses zuweit vom Ufer entfernt, als daß sich die Früchte durch ihn auf das andere Ufer verbreiten könnten, und bei Hochwasser ist wieder die Strömung zu stark, so daß die *Apodanthes*-Früchte nur sehr weit abwärts an das andere Ufer gelangen können. Leicht läßt sich dagegen die Verbreitung erklären bei der Annahme der Beförderung

der Samen durch hühnerartige Vögel von einem Ufer zum andern. Eine Verbreitung der Samen in der näheren Umgebung durch Ausstreuung und strömendes Wasser ist dabei keineswegs ausgeschlossen.

Endgültige Beweise über die Verbreitungsweise der Samen der Rafflesiaceen lassen sich erst aus eingehenderen Untersuchungen und besonders aus Kulturversuchen ableiten. Leider hat man die amerikanischen Rafflesiaceen noch nirgends in Kultur genommen, obwohl diese keineswegs schwierig auszuführen wäre, da es sich bei der Kultur der Wirtspflanzen meistens um Halbsträucher und kleine Sträucher handelt, die man leicht gleichzeitig mit dem Parasiten einpflanzen könnte.

48. Gustav Gassner: Über einen Fall von Weißblättrigkeit durch Kältewirkung.

(Mit Tafel X.)

(Eingegangen am 29. Oktober 1915.)

Anläßlich von Untersuchungen über die Bedeutung der Keimungstemperatur für die spätere Entwicklung der Getreidepflanzen, insbesondere die Auslösung des Schossens und Blühens derselben, trat bei einer bestimmten Hafersorte eine merkwürdige Erscheinung zutage, über die im folgenden berichtet sei.

Über Versuche, in denen Getreidepflanzen bei verschiedenen Temperaturen zum Auflaufen gebracht und dann unter gleichen äußeren Temperaturverhältnissen weiter kultiviert wurden, habe ich bereits früher, z. T. in Gemeinschaft mit O. APPEL, Einiges mitgeteilt.[1] Die folgenden Beobachtungen stammen aus bisher nicht veröffentlichten Versuchsreihen, die ich im Jahr 1911 in den Hamburgischen Botanischen Staatsinstituten durchgeführt habe.

Die Versuchsanstellung war prinzipiell die gleiche wie in den früheren Versuchen: die Getreidekörner wurden in reinem Quarzsand in Kälteschränken bezw. Thermostaten zum Auflaufen ge-

1) APPEL, O., und GASSNER, G., Der schädliche Einfluß zu hoher Keimungstemperaturen auf die spätere Entwicklung von Getreidepflanzen. Mitt. a. d. Kais. Biolog. Anst. f. Land- u. Forstwirtsch., Heft 4, 1907, S. 5.

GASSNER, G., Beobachtungen und Versuche über den Anbau und die Entwicklung von Getreidepflanzen im subtropischen Klima. Jahresber. d. Vereinig. f. angew. Bot. VIII, 1910, S. 95—163.

bracht, nach Erreichen einer Keimblattlänge von zirka 2—3 cm in Blumentöpfe umgepflanzt und nunmehr im Freien unter gleichen Bedingungen nebeneinander weiter kultiviert. Die Keimgeschwindigkeit, also die zum Auflaufen nötige Zeit hängt natürlich in weitem Maße von der Keimungstemperatur ab; durch entsprechend gewählten Versuchsbeginn läßt sich jedoch dafür Sorge tragen, daß die bei verschiedenen Temperaturen aufgelaufenen Pflanzen an dem Tage des Pikierens und Hinauspflanzens ins Freie gleiche Keimblattgröße aufweisen. In dieser Art wurden 1911 eine ganze Reihe von Getreidesorten untersucht, wobei als Keimungstemperaturen die Temperaturen von 1—2°, 5—6°, 12° und 24° zur Verfügung standen.

Die Zahl der zur Keimung ausgelegten Samen betrug in jeder Versuchsreihe zirka 50; am Tage des Erreichens einer Keimblattlänge von 2—3 cm erfolgte das Umpflanzen in große Blumentöpfe derart, daß jeder Topf 6—8 Pflänzchen erhielt, deren Zahl nach einigen weiteren Tagen auf 5 reduziert wurde; in jeder Versuchsreihe waren 4 Töpfe bepflanzt, sodaß also schließlich 20 Pflanzen zu Beobachtungszwecken zur Verfügung standen.

Da die Keimung im Dunkeln erfolgte, so waren natürlich die gebildeten Keimblätter nicht chlorophyllhaltig, sondern meist gelblich. In diesem Zustand wurden die Pflänzchen pikiert und dann bei Freilandtemperaturen dem Licht ausgesetzt, wo sie innerhalb kurzer Zeit ergrünten.

Nur bei einer Getreidesorte und bei einer Keimungstemperatur wurde eine Ausnahme beobachtet, und zwar in einer derartig regelmäßigen Weise, daß von einem Zufall nicht die Rede sein kann.

Die betreffende Getreidesorte ist ein aus dem La Plata-Gebiet stammender, genauer gesagt, dort seit langem kultivierter Landhafer, den ich bereits früher, weil in Uruguay angetroffen, kurz als Uruguayhafer bezeichnet habe.[1]) Über die physiologische Charakteristik dieses Hafers habe ich ebenfalls bereits früher Einiges mitgeteilt; es ist kein Sommerhafer, wie fast alle deutschen Hafersorten, sondern repräsentiert den Typus eines subtropischen Wintergetreides; Schossen und Blühen erfolgt wie bei unseren winterannuellen Getreidearten nur nach Durchlaufen einer Kälteperiode. *Ferner unterscheidet sich* der Uruguayhafer *in* der Rostempfänglichkeit ganz wesentlich von den deutschen Hafersorten, wie unlängst an anderer Stelle ausführlich dargelegt ist.[2])

---

1) Vergl. GASSNER, l. c., 1910.

2) GASSNER, G., Die Getreideroste und ihr Auftreten im subtropischen östlichen Südamerika. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **44**, 1915, S. 305—381.

Mit diesem Hafer also wurden die folgenden Aussaaten und ersuche durchgeführt:

abellarische Zusammenstellung der im Jahre **1911** *mit verschiedenen eimungstemperaturen* vorgenommenen Aussaaten von Uruguay-Hafer.

ersuchs-Nr.	Keimungs-Temperatur	Datum der Saat	Datum des Pikierens d. Pflanzen und des Umstellens ins Freie	Versuchs-Nr.	Keimungs-Temperatur	Datum der Saat	Datum des Pikierens d. Pflanzen und des Umstellens ins Freies
2101 B	1 2°	21. II.	20. V.	2122 B	12°	28. II.	13. III.
2102 B	„	28. II.	23. V.	2123 B	„	7. III.	20 III.
2103 B	„	7. III.	26 V.	2124 B	„	14. III.	28. III.
2104 B	„	14. III.	7. VI.	2125 B	„	27. III.	8. IV.
2106 B	„	27. III	19. VI.	2126 B	„	4. IV.	18. IV.
2106 B	„	4. IV.	29. VI.	2127 B	„	11. IV.	24. IV.
2108 B	„	22. IV.	20. VII.	2128 B	„	22. IV.	8. V.
2394 1	„	14. VI	12. IX	2129 B	„	2. V.	15. V.
				2130 B	„	9. V.	22. V.
				2142 B	„	16. V.	30. V.
				2145 B	„	23. V.	7. VI.
				2341 B	„	30. V.	12. VI.
				2344 B	„	9. VI.	25. VI.
				2346 B	„	20. VI.	6. VII.
2111 B	5 6°	21. II.	20. III.	2133 B	24°	7. III	11. III.
2112 B	„	28. II.	28. III.	2134 B	„	14 III.	18. III.
2113 B	„	7. III	3. IV.	2135 B	„	27. III.	31. III
2114 B	„	14. III.	7. IV.	2136 B	„	4. IV.	8. IV.
2115 B	„	27. III.	18. IV.	2137 B	„	11. IV.	15. IV.
2116 B	„	4. IV.	28. IV.	2138 B	„	22. IV.	26. IV.
2117 B	„	11. IV.	4. V.	2139 B	„	2. V.	8. V.
2118 B	„	22. IV.	15. V.	2140 B	„	9. V.	13. V.
2119 B	„	2. V.	24. V.	2148 B	„	16. V.	20. V.
2120 B	„	9. V.	2. VI.	2146 B	„	23. V.	27. V.
2141 B	„	16. V.	8. VI.	2342 B	„	30. V.	3. VI.
2144 B	„	23. V.	14. VI.	2345 B	„	9. VI.	13. VI.
2340 B	„	30. V.	26. VI.	2347 B	„	20. VI.	24. VI.
2343 B	„	9. VI.	6. VII.	2348 B	„	3. VII.	7. VII.

Von den in der vorstehendeu Zusammenstellung enthaltenen Aussaaten zeigten alle bei Temperaturen von 5–6°, 12° und 24° *zum Auflaufen gebrachten Pflänzchen am Tage des Pikierens* Keimblätter von leicht gelblicher Färbung, die sehr bald ergrünten, als die Pflanzen *nach dem Pikieren* ins Freie gestellt und so dem Licht ausgesetzt wurden.

Im Gegensatz zu diesen Pflanzen wiesen die bei 1—2° zum *Auflaufen gebrachten Keimpflanzen keine gelblichen, sondern schnee*weiße Keimblätter auf. War dies schon auffallend, so war es noch mehr das weitere Verhalten dieser Pflänzchen. Während die bei höheren Temperaturen aufgelaufenen Pflänzchen, wie erwähnt, sofort ergrünen, und sich fröhlich weiter entwickeln, h a b e n d i e

bei 1—2° *gekeimten Pflanzen die Fähigkeit des Ergrünens entweder vorübergehend und teilweise, oder aber ganz und dauernd verloren.* Die letzteren bleiben trotz der Belichtung und des Aufenthaltes bei den im Freien herrschenden Sommertemperaturen rein weiß, erzeugen weiter weiße Blätter, und gehen, weil ihnen die Fähigkeit zur C-Assimilation fehlt, allmählich zu grunde. Die anderen bleiben ebenfalls zunächst im Wachstum zurück, erholen sich jedoch entsprechend dem allmählich einsetzenden Ergrünungsprozeß. Die ersten Spuren einer beginnenden Grünfärbung pflegen sich im allgemeinen erst etwa eine Woche nach erfolgtem Pikieren und Umstellen der Pflanzen ins Freie und Licht zu zeigen; in anderen Fällen vergingen jedoch mehrere Wochen. Im übrigen machen sich in der Art des Ergrünens weitere Verschiedenheiten geltend: das erste Blatt bleibt oft rein weiß; die nächsten Blätter pflegen ebenfalls zunächst weiß zu sein, ergrünen jedoch schließlich, wobei der Ergrünungsprozeß meist von der Basis her beginnt. Oft bleiben jedoch diese Blätter noch in ihren oberen Teilen dauernd rein weiß oder ergrünen insoweit unvollkommen, als weiße Streifen zurückbleiben, sodaß typisch weißgrün-gebänderte Blätter entstehen; die noch jüngeren Blätter können ebenfalls nur teilweis ergrünen, wobei sie also weißstreifig bleiben, häufiger ergrünen sie jedoch vollständig, sodaß also nur die unteren Blätter die Erscheinung der Weißblättrigkeit oder Weißstreifigkeit zeigen. Wir haben also alle Übergänge von rein weißen, weißgrün-gebänderten zu rein grünen Pflanzen Nur die Pflanzen mit zum mindesten teilweis grünen Blättern kommen zur Blüte und Fruchtentwicklung.

Auf Tafel X gebe ich einige photograpische Aufnahmen der eben beschriebenen Erscheinung. Abb. 1 ist am 3. Juni aufgenommen und zeigt links einen Topf der Versuchsreihe 2119 B, deren Pflanzen in der Zeit vom 2. V.—24. V. bei 5—6° zur Keimung gebracht, am 24. V. pikiert und ins Freie gestellt waren. Rechts sind 3 Töpfe der Versuchsreihe 2101 B, die in der Zeit vom 21. II.—20. V. bei 1—2° zum Auflaufen gebracht, am 20. V. pikiert und von diesem Tage an im Freien, genau wie die Pflanzen der Serie 2119 B aufgestellt waren. Die bei 5—6° gekeimten Pflanzen sind zur Zeit der photographischen Aufnahme trotz späteren Pikierens groß und grün, die bei 1—2° gekeimten etwas zurückgeblieben, größtenteils weiß und zeigen erst zum Teil Spuren beginnender Ergrünung.

In Abb. 2 sind Pflanzen der Versuchsreihen 2101 B (bei 1—2° gekeimt, am 20. V. pikiert und ins Freie gepflanzt) mit Pflanzen

der Versuchsreihe 2143 B (bei 24° gekeimt, ebenfalls am 20. V. pikiert und ins Freie gepflanzt) nebeneinander zur Darstellung gelangt (Photographie vom 3. VI. 11); die Unterschiede bewegen sich in der gleichen Richtung wie bei Abb. 1 angegeben.

Abb. 3 zeigt eine Pflanze der Versuchsreihe 2102 B in natürlicher Größe; die Pflanzen dieser Versuchsserie waren bei 1—2° gekeimt, am 23. V. pikiert und ins Freie gepflanzt. Die Aufnahme stammt vom 5. Juni, ist also nach 13tägigem Aufenthalt der Pflanzen unter den im Freien herrschenden Temperaturen und Belichtung gemacht; die Pflanze ist fast rein weiß und zeigt Spuren beginnender Ergrünung.

Abb. 4 schließlich enthält in verkleinertem Maßstabe die Wiedergabe eines typisch weiß-grün-gebänderten Blattes einer älteren, dicht vor dem Schossen stehenden Pflanze, die aus bei 1—2° gekeimten Samen (Versuchsreihe 2105 B) hervorgegangen war. —

Es ist oben schon betont, daß die Erscheinung der Weißblättrigkeit sich mit vollständiger Gesetzmäßigkeit bei allen Pflanzen des Uruguayhafers zeigte, die bei 1—2° zur Keimung gebracht waren, dagegen nicht bei Pflanzen, die bei höheren Temperaturen gekeimt waren. Es sei hier hinzugefügt, daß die gleichen Versuche, wie sie oben für Uruguayhafer beschrieben sind (siehe Zusammenstellung S. 480), in genau der gleichen Weise für eine andere Hafersorte: Hafer Beseler II, und für die folgenden anderen Getreidesorten durchgeführt wurden: Friedrichswerther Mammuth Winter-Gerste, Petkuser Sommer-Roggen, Petkuser Winter-Roggen, Heines Kolben Sommer-Weizen, Rimpaus Roter Schlanstedter Weizen, Svalöfs Extra Squarehead II, Kittnauer Wechsel-Weizen. Bei keiner der eben angeführten Getreidearten und -sorten ließ sich jedoch durch Anwendung einer Keimungstemperatur von 1—2° eine Weißblättrigkeit erzielen.

Eine Erklärung der beim Uruguayhafer beobachteten Erscheinung der Weißblättrigkeit durch Kältewirkung vermag ich vor der Hand nicht zu geben, da ich s. Zt. nicht dazu kam, die erforderlichen anatomischen Untersuchungen durchzuführen. Immerhin schien mir eine Mitteilung der bisher gemachten Beobachtungen gerechtfertigt, weil die Erscheinung bereits an sich in physiologischer Richtung ein gewisses Interesse bietet. Daß die Fähigkeit des Ergrünens an höhere Temperaturen gebunden ist, als die zum Leben der Zelle erforderliche Temperatur beträgt, wissen wir bereits durch die älteren Untersuchungen ELFVINGs[1]; im vorliegen-

1) ELFVING, F., Über eine Beziehung zwischen Licht und Etiolin. Arb. Würzburg II, 1880.

den Fall handelt es sich jedoch nicht einfach um die von diesem Autor s. Zt. näher untersuchte Abhängigkeit des Ergrünens von der Höhe der Temperatur. Denn die von ELFVING bei unzureichenden Temperaturen gehaltenen nicht ergrünenden Pflanzenteile werden nicht weiß, sondern gelb, außerdem hält das Nichtergrünen nur gerade so lange an, als die niedrigen Temperaturen einwirken. In dem oben beschriebenen Fall handelt es sich aber um weiße Pflanzenteile an Stelle grüner, weiter aber ist gerade die Nachwirkung der tiefen Temperaturen das Charakteristische; denn die bei 1—2° gekeimten Samen ergrünen nicht oder nur sehr langsam, trotz Belichtung und sommerlicher Temperaturen, haben also die Fähigkeit des Ergrünens dauernd oder doch auf längere Zeit verloren. Die Beziehungen zwischen Temperatur und Chlorophyllbildung sind also in beiden Fällen verschiedenartig.

Was die Erscheinung der Weißblättrigkeit der Pflanzen anbetrifft, so stellt sie gegenüber der von ELFVING beschriebenen Erscheinung sichtlich einen weit tieferen Eingriff in die Funktionen des Protoplasten dar; denn sie zeigt, daß bei Temperaturen, bei denen noch ein äußerlich normales Wachstum der Zellen des Keimblattes erfolgt, der Chloroplastenapparat der Zelle zurückbleibt bezw. Störungen empfindlichster Art erfährt. Daraus aber folgt, daß die Temperaturen, bei denen Pflanzenteile noch zu wachsen vermögen, nicht ohne weiteres Temperaturen der Entwicklungsmöglichkeit aller Bestandteile der lebenden Zelle darstellen; mit anderen Worten: die verschiedenen Zellbestandteile sind, sei es in ihrer Entwicklung, sei es in ihren Funktionen, an verschiedene Kardinalpunkte der Temperatur gebunden. Näheres wird sich natürlich erst entscheiden lassen, wenn die nötigen anatomischen Untersuchungen über die Entwicklung der Chloroplasten an anfänglich oder dauernd weißen Haferpflanzen durchgeführt sind.[1])

Im folgenden sei nun noch auf einige Fälle eingegangen, die mit der eben beschriebenen Erscheinung der Weißblättrigkeit durch Kältewirkung in mehr oder minder deutlichem Zusammenhang stehen.

Herr Gartenbesitzer BUCK in Lockstedt bei Hamburg teilte mir mit, daß er beim Frühtreiben des Spargels beobachtet hat, daß die bei niederen, an der unteren Grenze des Wachstums liegenden Temperaturen hervorkommenden Spargeltriebe weiß sind und trotz

1) Durch derzeitige militärische Einberufung bin ich augenblicklich leider nicht in der Lage, diese zur Erklärung der Erscheinung notwendigen Untersuchungen vorzunehmen.

Belichtung und Temperatursteigerung längere Zeit weiß bleiben; schließlich fand jedoch auch an diesen Trieben ein Ergrünen statt.

Über eine durch niedere Temperaturen erzielte Weißblättrigkeit von *Selaginella* berichtet WEIDLICH[1]). Bestimmte *Selaginella*-Arten werden weißspitzig, wenn sie bei Temperaturen von 10° kultiviert werden, während die bei höheren Temperaturen gebildeten Triebe normal grün sind. Derartige weißspitzige *Selaginella* bildet übrigens einen beliebten Handelsartikel. Durch Versuche im Frühjahr dieses Jahres habe ich mich davon überzeugen können, daß die Weißspitzigkeit durch Anwendung höherer Temperaturen innerhalb weniger Wochen allmählich zum Rückgang gebracht werden kann. Hierin liegt ein gewisser Unterschied zu der oben beschriebenen Erscheinung der Weißblättrigkeit von Hafer, bei dem eben die weiße Färbung trotz Temperaturerhöhung auch dauernd anhalten kann.

Eine der Weißblättrigkeit des Uruguayhafers sichtlich analoge Erscheinung hat dagegen ZIMMERMANN[2]) beschrieben. Gelegentliche Beobachtungen an Getreidefeldern gaben diesem Autor zunächst Veranlassung zu den folgenden Ausführungen, die hier, weil an schwer zugänglicher Stelle erschienen, wörtlich wiedergegeben seien: „Es ist nicht ausgeschlossen, daß auf die Entstehung von Weißblättrigkeit Witterungseinflüsse von Bedeutung sind. Die Erscheinung selbst wurde während des Jahres an den verschiedenartigsten Gewächsen beobachtet, so u. a. im Juni an Ahorn, Ballote, Waldhimbeere, Klee, im Oktober an Hederich. Im Distrikt Rostock zeigte im Mai Professor HEINRICH Roggen vielfach dem Bandgras ähnliche weißgebänderte Blätter. Die Pflanzen selbst gaben Korn von normalem Aussehen. Auch an Weizen wurde Ende April bis Anfang Mai Weißblättrigkeit beobachtet . . . . .“

Im folgenden Jahre berichtet der gleiche Autor[3]): „Die Erscheinung des Albinismus (Weißblättrigkeit, Ergrünungsmangel) wurde eingehender bei Winterroggen verfolgt. Im Jahre 1906

1) WEIDLICH, Gartenflora LIII, 1904, S. 586.

2) ZIMMERMANN, Bericht der Hauptsammelstelle Rostock für Pflanzenschutz in dem Gebiete von Mecklenburg-Schwerin im Jahre 1906. Landw. Annalen d. mecklenb. patriot. Vereins 46, 1907, Nrn. 5—10. Für freundlichen Hinweis auf diese und die folgende Veröffentlichung (Anm. 3) bin ich dem Autor zu Dank verpflichtet.

3) ZIMMERMANN, Bericht der Hauptsammelstelle Rostock für Pflanzenschutz in dem Gebiete von Mecklenburg-Schwerin im Jahre 1907. Landw. Annalen d. mecklenb. patriot. Vereins, 47, 1908, Nrn. 7 ff.

war Saatgut aus anfänglich albikaten Roggenpflanzen geerntet und dieses im Herbst (24. September) in Kulturgefäße ausgesät. . . . . . Die Blätter blieben von Anfang an chlorophyllhaltig und zeigten auch nicht die geringste Andeutung von Albinismus, wie z. B. Bänderung. Es ist demnach die Übertragung dieser Erscheinung durch das Saatgut ausgeschlossen. — Weiter wurden am 26. April eine Anzahl albikater Roggenpflanzen derselben Sorte, welche sich um diese Zeit häufig auf dem gut überwinterten Schlage fanden, dem Felde entnommen und in 5 Kulturgefäße verpflanzt. — Inwieweit bei der Erscheinung die Witterung mitspricht, bleibt *weiteren Beobachtungen überlassen, immerhin ist die Tatsache von* Interesse, daß am 21. April ein jäher Übergang von — 1,3° C. Nachttemperatur zu 13,1° C. Tagestemperatur stattgefunden hatte. Vorher waren die albikaten Pflanzen auf dem Roggenschlag nicht bemerkt worden. Unter den herausgehobenen Versuchspflanzen befanden sich teilweise solche mit vollständig weißen oder weiß-lachsrötlichen Blättern, teilweise solche, deren Blätter weißgrün gebändert waren. Einigen Kulturgefäßen mit vollständig albikaten Pflanzen wurde ein in Wasser gelöstes Eisensalz, anderen gleichfalls aufgelöster Chilisalpeter zugefügt. Am 13. Mai konnte an den mit Chilisalpeter behandelten Pflanzen eine Ergrünung der Blätter beobachtet werden, während *die mit Eisensalz gedüngten*, sowie die unbehandelten Pflanzen grün-weiß gebänderte Blätter zeigten. — Einige der vollständig albikaten Pflanzen waren zurückgeblieben und starben allmählich ab. Schon am 21. Mai ergrünten die meisten der übrigen albikaten Pflanzen, dieselben begannen sich normal weiter zu entwickeln, während diejenigen, welche nicht mehr die Fähigkeit besaßen, Chlorophyll zu bilden, weiter kränkelten. Am 5. Juni befanden sich an den entwickelten Pflanzen nur noch vereinzelt gebänderte, sonst durchweg ergrünte Blätter. . . . . . Die *albikate Roggenpflanze erstrebt demnach eine* Vergrünung der Blätter, tritt dieselbe ein, so entwickelt sich die Pflanze nach der Zwischenbildung von gebänderten Blättern noch zu einer normalen. Andrerseits bleibt diejenige albikate Pflanze zurück und stirbt ab, welche nicht mehr die Fähigkeit besitzt, die genügende Menge Chlorophyll zu bilden. Chilisalpeterdüngung unterstützt vermutlich die albikaten Pflanzen in der Chlorophyllbildung".

Wie die vorstehenden Ausführungen zeigen, kann es keinem Zweifel unterliegen, daß ZIMMERMANN für Weizen und Roggen die gleiche Erscheinung beobachtet hat, die ich im obigen für Uruguayhafer beschrieben und eindeutig auf Temperaturwirkung zurückgeführt habe. Es handelt sich also sichtlich um eine Er-

scheinung, die gerade bei den Gräsern weitere Verbreitung hat: niedere Temperaturen, dicht an der unteren Grenze des Wachstums sind imstande, die Fähigkeit des Ergrünens vorübergehend oder dauernd zu vernichten. Die Tatsache, daß ich in meinen eigenen Versuchen durch Anwendung einer Keimungstemperatur von 1—2° Weißblättrigkeit nur beim Uruguayhafer, dagegen nicht bei den übrigen Hafersorten und Getreidearten erzielen konnte, während andererseits ZIMMERMANN die gleiche Erscheinung für Weizen und Roggen berichtet, deutet daraufhin, daß die verschiedenen Getreidearten und -sorten durch verschiedene niedere Temperaturen zur Weißblättrigkeit veranlaßt werden.

Über die Nichtvererbbarkeit der durch Kältewirkung erzielten Weißblättrigkeit habe ich mit Uruguayhafer im Sommer 1912 eine Versuchsreihe durchgeführt, in der Samen von weißgrünblättrigen Pflanzen zur Entwicklung gebracht wurden (Keimungstemperatur 19°); die jungen Pflänzchen entwickelten von vornherein grüne Blätter, was mit den entsprechenden Beobachtungen ZIMMERMANNs (siehe oben) in Einklang steht.

Was die Frage der Einwirkung von chemischen Stoffen auf die Weißblättrigkeit anbetrifft, so konnte ich durch Behandeln der Pflanzen mit Phosphat-, Salpeter- und Eisensalzlösungen eine Beeinflussung des Ergrünungsprozesses nicht feststellen (Versuche im September 1911); da ZIMMERMANN angibt: „Chilisalpeterdüngung unterstützt vermutlich die albikaten Pflanzen in der Chlorophyllbildung“, so bin ich also in dieser Richtung zu einem abweichenden Ergebnis gekommen.

Rostock i. M., Oktober 1915, Botanisches Institut der Universität.

Erklärung der Tafel X.

Abb. 1. Pflanzen des Topfes links bei 5—6°, Pflanzen der übrigen Töpfe bei 1—2° zur Keimung gebracht; die ersteren 10 Tage, die letzteren 14 Tage nach erfolgtem Umstellen der Pflänzchen ins Freie und Belichtung.

Abb 2. Pflanzen des Topfes rechts bei 24°, Pflanzen der übrigen Töpfe bei 1—2° zur Keimung gebracht; alle Pflanzen gleichmäßig 14 Tage nach erfolgtem Umstellen der Pflänzchen ins Freie und Belichtung.

Abb. 3. Eine einzelne, bei 1—2° aufgelaufene Hapferpflanze nach 15tägigem Aufenthalt bei Sommertemperatur und voller Belichtung. Nat. Größe.

Abb. 4. Durch eine Keimungstemperatur von 1—2° erzieltes dauernd weißgrün-gebändertes Blatt einer älteren Haferpflanze. Stark verkleinert.

Sitzung vom 26. November 1915.

Vorsitzender: Herr J. BEHRENS.

Der Vorsitzende macht Mitteilung von dem Ableben unserer Mitglieder, Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr.

Gregor Kraus,

gestorben in Würzburg am 14. November d. J. und Herrn Prof. Dr.

Hermann Graf zu Solms-Laubach

in Straßburg i. E., gestorben am 24. November d. J.

Die Anwesenden ehren das Andenken an die Verstorbenen durch Erheben von ihren Plätzen.

Als ordentliches Mitglied wird vorgeschlagen Fräulein

Lilienfeld, Dr. **Fl.,** Assistentin am Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in **Berlin-Dahlem.** (Durch C. CORRENS und G. HABERLANDT.)

Mitteilungen.

49. A. Pascher: Über Halosphaera.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 3. November 1915.)

Durch die freundliche Mithilfe eines mir befreundeten deutschen Marineoffiziers, der auch andere seiner Kollegen dafür zu interessieren wußte, gelang es *Halosphaera* von außerordentlich vielen Punkten, die sich fast über die ganze Nordhemisphäre verteilen (65 von der nördlichen, 17 von der südlichen Halbkugel) zu erhalten. Das Material war mit bemerkenswerter Sorgfalt (Formol oder Sublimat) fixiert, besonders letzterer Umstand, ermöglichte auch die Untersuchung von Details, die sonst an gewöhnlich fixiertem Materiale nicht zugänglich sind.

Die Ergebnisse dieser Studien sollten zugleich mit den Studien über andere kritische Algen veröffentlicht werden. Da aber mein Freund in einem der letzten Seekämpfe fiel, so halte ich es für eine innere Pflicht in dankbarem Gedenken an ihn, die Resultate der durch ihn ermöglichten *Halosphaera*-Studien bereits jetzt zu veröffentlichen.

1. Es scheint, daß *Halosphaera*, ohne im übrigen deutlichere geographische Rassen zu bilden, fast in allen Meeren vorkommt.
2. Die Verbreitung nach Norden konnte bis zum 72° 54′ n. B. sichergestellt werden.
3. Die Membran von *Halosphaera* besteht im Prinzip aus zwei, schalenartig aneinanderschließenden Stücken; sie besteht großenteils aus Pektinen; außerdem ist Kieselsäure eingelagert.
4. Beim Wachstum der Zelle werden innert der ursprünglichen Membranhälften neue gebildet, die alten werden kappenartig abgesprengt und bleiben manchmal lange an der Zelle haften. Das veranschaulichen bereits GRANS' Bilder in deutlicher Weise.
5. Die zahlreichen Chromatophoren, die nicht selten durch differenzierte Plasmabrücken mit einander in Zusammenhang

stehen, haben einen oft hohen Karotengehalt, und färben sich bei HCl-Zusatz nach Blau um. Der Gehalt an Karotenen schwankt in weiten Grenzen.

6. Das Assimilat besteht aus Fetten und Oelen; nie kommt Stärke vor. Daneben tritt aber auch in kleineren oder größeren Ballen ein stark glänzender Körper auf, dessen chemische Natur nicht erkannt werden konnte.

7. Der oft exzentrisch gelagerte Kern besitzt bei der Teilung zahlreiche Chromosomen. Sein Chemismus weicht von dem der Chlorophyceenkerne ab.

8. In bezug auf Vermehrung konnte festgestellt werden:

   a) Bildung von 8—128 kugeligen, zweischaligen Aplanosporen, die durch Voneinanderweichen der Schalen der Mutterzellen frei werden.

   b) Die Bildung einer großen, den Raum der Mutterzelle jedoch nicht ausfüllenden Dauerzelle, deren dicke Membran ebenfalls aus zwei ungleichen Schalen besteht.

   c) treten bei *Halosphaera* wahrscheinlich auch Schwärmer auf. Es fanden sich mehrmals aufgeklappte *Halosphaera*zellen, aus denen eine Blase mehr oder weniger ausgetreten war, in der sehr zahlreiche (28 und mehr) kleine Protoplasten vorhanden waren. Es ließ sich feststellen, daß die kleinen Vermehrungsprodukte dadurch entstanden, daß nach einer Reihe aufeinanderfolgender Kernteilungen, die Kerne ins periphere Plasma der Zelle wanderten, wobei zahlreiche Zerklüftungen des Plasma eintraten, bis schließlich jeder Kern inmitten einer Plasmaportion war. Das erinnert völlig an die Bildung der Schwärmer bei vielen Algen. Es ist nun sicher, daß die kleinen Protoplasten innerhalb der vorerwähnten Blasen die Schwärmer von *Halosphaera* darstellten; denn es ließen sich leicht an jedem Protoplast meist zwei feine ungleiche Geißeln nachweisen. Manchmal war nur eine nachweisbar. Ob bei einzelnen Schwärmern die eine, ohnehin ungemein kurze stummelartige Geißel überhaupt fehlte, oder nur nicht zur Ansicht kam, vermag ich nicht zu sagen. Diese Schwärmer besaßen meist zwei, doch auch einen oder mehrere der kleinen *Halosphaera*-Chromatophoren; ich glaube auch einen roten Augenfleck annehmen zu dürfen. — Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Schwärmer sehr metabolisch oder amoeboid sind: es fanden sich Form-Differenzen, die sich

mit den durch die Fixierung allein erhaltenen Formveränderungen allein nicht wahrscheinlich machen lassen.

Gewiß gehören die von SCHMITZ für *Halosphaera* angegebenen und abgebildeten Schwärmer in dieser Form nicht zu *Halosphaera*.

Berücksichtigen wir die gefundenen morphologischen Eigentümlichkeiten von *Halosphaera*, so ist sicher, daß *Halosphaera* nicht zu den Chlorophyceen gehört.

Der abweichende Chemismus des Kerns (der mit dem der Heterokontae und Diatomeen übereinstimmt), die Zweischaligkeit der Membran an den vegetativen Zellen, wie auch an den Aplanosporen und Dauerzellen; die chemische Beschaffenheit der Membran (Pektin, Kieselsäure); die zahlreichen Chromatophoren mit ihrem hohen Gehalt an Karotenen; das Assimilat (Fett und und Oel — keine Stärke); die Beschaffenheit der Schwärmer (mehrere Chromatophoren, Metabolie, eine oder zwei [dann ungleiche] Geißeln); — all das weist unbedingt auf die Heterokontae hin, die wie ich seinerzeit zeigte, keine inneren Berührungspunkte mit den Chlorophyceen haben, sondern mit den Chrysophyceen und den Bacillariales zusammen einen natürlichen Stamm, den der Chrysophyta bilden[1]).

Dabei ist bemerkenswert und spricht ebenfalls für die Auffassung von *Halosphaera* als eine Heterokonte, da wir auch im Süßwasser eine Alge kennen, die mit *Halosphaera* völlig übereinstimmt, die wohl kleiner als *Halosphaera* in allen morphologischen Details sich wie *Halosphaera* verhält: eine einzellige kugelige, isoliert lebende Alge, die die gleichen Chromatophoren und die gleichen Assimilate hat und die auch, wie ich noch in einer Studie über mehrere Heterokontae zeigen will, die gleichen Aplanosporen und gleichen Dauerzellen besitzt wie *Halosphaera*, deren zweischalige Membran (die beiden Schalen sehr ungleich wie Topf und Deckel) sie mit der gleichen Verkieselung gemeinsam hat, wozu noch die gleichen Schwärmer kommen.

Diese Alge ist *Botrydiopsis* Borzi[2]).

Die Übereinstimmung geht so weit, daß man ernsthaft zweifeln kann, ob *Halosphaera* und *Botrydiopsis* generisch verschieden sind

---

1) Vergl. PASCHER: Über Flagellaten u. Algen, diese Berichte Bd. XXXII, Seite 148 ff.

2) Zu *Botrydiopsis* gehört gewiß nicht *Botrydiopsis oleacea* Snow, eine planktontische Euglene, deren sich encystierende oder encystierte Stadien als *Botrydiopsis* gedeutet werden.

und ob es nicht besser wäre beide zu vereinigen resp. da *Halosphaera* länger beschrieben ist, die *Botrydiopsis*arten zu *Halosphaera* zu stellen, da es wirklich nicht möglich ist beide morphologisch zu scheiden.

Jedenfalls ist eine Familie der Halosphaeraceae mit der einzigen Gattung *Halosphaera* in Anbetracht der so nahen Verwandtschaft von *Halosphaera* mit anderen Heterokonten haltlos, — die von manchen Autoren vorgenommene Zusammenstellung mit *Eremosphaera*, die mit *Halosphaera* die Kugelgestalt und die zahlreichen Chromatophoren gemeinsam hat, während sie in allem von dieser abweicht und eine richtig gehende Chlorophycee ist, direkt falsch[1]).

Lege ich der Beurteilung der systematischen Stellung jene Gliederung der Heterokontae zugrunde, die ich seinerzeit zugleich mit dem Nachweis der Parallelentwickelung der Heterokontae und Chlorophyceae gab[2]), so ist es unzweifelhaft, daß *Halosphaera* zu den einzellig lebenden Heterokonten gehört, die den Protococcales unter den Chlorophyceen parallel sind, und die ich als Heterococcales bezeichnet habe und zu denen auch *Botrydiopsis* gehört. Ihre engere Stellung gibt aber folgende Übersicht wieder:

Heterococcales

- **Chlorobotrydinae** (einkernig)
  - **Chlorobotrydaceae** (freilebend)
    - Halosphaereae (mit Zoosporen)
      - *Halosphaera* Schmitz
      - *Botrydiopsis* Borzi[3])
      - *Polychloris* Borzi
    - Chlorobotrydeae (ohne Zoosporen)
      - *Chlorobotrys* West
      - *Monodus* Chodat
      - *Pseutetraëdron* Pascher
      - (*Centritractus* Lemmermann)
      - *Bumilleriopsis* Printz

---

1) *Eremosphaera* (Chlorophycee) verhält sich zu *Halosphaera* oder *Botrydiopsis* wie *Characium* (Chlorophycee) zu *Characiopsis* (Heterokonte) oder wie *Ulothrix* (Chloroph.) zu *Tribonema* (Heterok.).

2) PASCHER: Zur Gliederung der Heterokonten, *Hedwigia*, Bd. LIII, S. 7.

3) An den Zeichnungen BORZIs über *Botrydiopsis* lassen die Zellen deutlich eine kleinere kreisförmige Linie erkennen: die Naht der zwei Membranschalen.

Chlorotheciaceae (festsitzend)
Chlorothecium Borzi
Characiopsis Borzi
Peroniella Borzi
Sciadiinae (mehrkernig)
Sciadiaceae
Ophiocytium
(incl. *Sciadium*).

Noch möchte ich im Anhang auf eine ebenfalls heterokonte Alge aufmerksam machen, die ich mit *Halosphaera* zugleich in einigen Proben fand und die bei oberflächlicher Musterung für freigewordene *Halosphaera*aplanosporen, gehalten werden könnte. Es ist dies eine Alge aus der CHODATschen Gattung *Monodus*: Zellen fast kugelig, verkieselt, mit einem seitlich kurzen, oft gekrümmten Spitzchen. Chromatophoren 4—8, plättchenförmig, gelbgrün (bei HClzusatz blau), Assimilat Fett und Oel. Vermehrung soweit beobachtet durch Autosporen (4—8). — Zellen 12—15 μ lang, 10—12 μ breit. — *Monodus acuminata* nov. spec.

Prag, Mitte Oktober 1915.

50. Paul Jaccard: Über die Verteilung der Markstrahlen bei den Coniferen.

(Eingegangen am 6. November 1915.)

Die Verteilung der Markstrahlen scheint von vornherein keinem Gesetz unterstellt zu sein. In seiner Abhandlung „Über den diagnostischen Wert der Anzahl und Höhe der Markstrahlen bei den Coniferen“[1]) kommt B. ESSNER zu dem Schlusse, daß weder die Zahl, noch die Höhe der Markstrahlen, auch nicht die Größe und die Zahl der Markstrahlzellen bei den verschiedenen Individuen einer Art, sogar bei demselben Baum genügend konstant sind, damit sie als Unterscheidungsmerkmale angewendet werden können.

Immerhin konnte ESSNER bei *Pinus strobus* eine Abnahme der Markstrahlenzahl pro Flächeneinheit mit der Höhe über dem Boden konstatieren; er bemerkte außerdem, daß im allgemeinen die Markstrahlen im ersten Jahrringe am zahlreichsten sind, und

1) Abhandlung der Naturforsch. Gesellschaft zu Halle, Bd. XVI. 1886, S. 1—33, enthält auch Angaben über die bezügliche Literatur.

daß dann ihre Zahl abnimmt; darauf folgt eine Zone mit beinahe konstanter Zahl und schließlich im hohen Alter läßt sich wieder eine Tendenz zur Vermehrung dieser Organe bemerken.

In einer kürzlich erschienenen Arbeit[1]) bin ich auf Grund von zahlreichen Zählungen an fünf Fichten und zwei Tannen (*Picea excelsa* und *Abies alba*) zu folgenden Resultaten gekommen: Es zeigte sich, 1. daß ausnahmslos die Durchschnittszahl bei der Stockscheibe, d. h. bei ca. 10—15 cm über dem Boden, merklich höher ist als bei den übrigen Niveaus des Schaftes; 2. daß dagegen etwas höher am Stamm die Zahl der Markstrahlen pro Flächeneinheit ihren geringsten Wert erreicht; 3. daß oberhalb dieses Niveaus die Markstrahlenzahl gegen den Kronenansatz wieder zunimmt.

Es schien mir wünschenswert, die Verteilung der Markstrahlen *nicht nur bei astlosen Schäften großer Bäume, sondern auch bei* den Stammteilen innerhalb der Krone sowie bei den Ästen derselben zu untersuchen.

Zu diesem Zwecke benutzte ich, 1. ein stattliches Exemplar von *Sequoia sempervirens* von 18,5 m Höhe, welches zufolge Umbau des Hauptgebäudes der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich gefällt wurde; 2. ein 11 m hohes Exemplar von *Picea omorica*.

Das erste wuchs in einem geräumigen, eingeschlossenen Hof, das zweite im Freien vor dem Gebäude.

In verschiedenen Höhen ü. B. wurden Stammscheiben abgesägt und aus ihnen nach vier bestimmten Expositionen (N. S. W. O.) Probestücke herausgenommen zur Anfertigung von Tangentialschnitten aus dem letzten Jahrringe (1914).

In verschiedenen Niveaus der Krone sind ebenfalls Probestücke von Ästen untersucht worden, und zwar auf der oberen und auf der unteren Seite.

Die Zahl der Markstrahlen wurde durch Projektion der Tangentialschnitte auf das Mattglas einer mikrophotographischen Kamera ermittelt, wobei *je mehrere Zählungen (8 für den Stamm, 4 bis 5 für die Äste) erfolgten.*

Es wurde außerdem die Länge der größten Markstrahlen bei 80facher Vergrößerung gemessen.

Die erhaltenen Resultate sind in den folgenden Tabellen Nr. 1 bis 3 zusammengefaßt.

---

1) „Neue Untersuchungen über die Ursachen des Dickenwachstums der Bäume". Naturwiss. Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft, 18. Jahrg., 1915, S. 855 und folgende.

Tabelle Nr. 1.

Anzahl und Größe der Markstrahlen in verschiedenen Höhen des Stammes bei *Sequoia sempervirens*.

Nr. der Stamm-scheiben	Höhe über dem Boden	Durchschnittszahl der Markstrahlen in einem mikroskopischen Feld von 0,75 mm²	Extreme Zahlen		Länge der größten Markstrahlen in mm 80fach vergrößert
			Minim.	Maxim.	
Gipfel III	18,00 m	49	45	53	29
„ II	17,60 „	49	41	60	32
„ I	17,15 „	46	40	47	35
„ 0	16,80 „	46	43	50	29
Stamm I	16,50 „	46	42	50	28
II	15,90 „	40	39	41	26
III	15,30 „	41	35	48	29
IV	14,70 „	39,5	33	49	30
V	14,20 „	37	30	49	30
VI	13,45 „	35	31	42	34
VII	12,60 „	34	28	39	35
VIII	12,05 „	31	22	43	29
IX	11,30 „	29	24	36	31
X	10,80 „	25	22	33	34
XI	10,25 „	25	20	30	30,5
XII	9,75 „	25	21	29	36
XIII	8,95 „	24	21	27	37
XIV	8,05 „	24	21	27	38
XV	7,25 „	23	19	27	39
XVI	6,40 „	21	19	24	43
XVII	5,55 „	22	19	23	36
XVIII	4,85 „	21	18	23	39
XIX	4,20 „	23	19	24	44
XX	3,40 „	22	19	26	45
XXI B	2,50 „	23	18	28	46
XXII A	1,40 „	29	24	38	37
Hauptwurzel	15 cm vom Stamm	31	30	37	43

Aus der Tabelle Nr. 1 geht hervor, daß an dem Stamm von *Sequoia sempervirens* von einer bestimmten Höhe über dem Boden an die Zahl der Markstrahlen ziemlich regelmäßig zunimmt, so daß sie beim Gipfel mehr als zweimal die Durchschnittszahl der Scheiben XVI und XVII (ca. 6 m ü. B.) übersteigt.

Von 5 m ü. B. an macht sich nach unten gegen die Stammbasis ebenfalls eine Steigerung der Markstrahlenzahl geltend.

Meine Zählungen betreffend die Wurzeln sind nicht zahlreich genug, um die Verteilung der Markstrahlen bei diesen Organen beurteilen zu können.

Was die Größe der Markstrahlen anbelangt, so sieht man, daß die maximale Länge derselben, obgleich nicht sehr regelmäßig, doch vom Gipfel gegen die Stammbasis zunimmt, und zwar derart, daß vermutlich dadurch die Querschnittsfläche der Markstrahlen

pro Flächeneinheit mehr oder weniger ausgeglichen wird und an den verschiedenen Höhen des Stammes gewissermaßen gleichmäßig bleibt.

Mit Ausnahme der Stammscheiben V und VIII weicht der Durchschnitt der Markstrahlenzahlen von den Extremen bzw. von den wirklichen Zahlen nicht bedeutend ab.

Zahl der Markstrahlen bei den Ästen.

Aus der Tabelle Nr. 2 geht hervor, daß die Markstrahlenzahl im allgemeinen bei den Ästen diejenige beim Stamm merklich übertrifft. Gegenüber einer Durchschnittszahl von 29 für den Stamm zwischen I und XXII findet man bei den Ästen ca. 70 Markstrahlen *im Durchschnitte auf derselben tangentialen Fläche* (0,75 mm²).

Tabelle Nr. 2.

Anzahl und Größe der Markstrahlen der Äste in verschiedenen Höhen über dem Boden bei *Sequoia sempervirens*.

Bezeichnung der Äste	Approximative Höhe über dem Boden	Durchmesser der Äste in mm	Durchschnittszahl der Markstrahlen in einem mikroskopischen Feld von 0,75 mm²		Länge der größten Markstrahlen in mm 80fach vergrößert	
			Obere Seite	Untere Seite	Obere Seite	Untere Seite
Nr. 8	16,5 m	17	84	98	17	13
16	16 „	17	70	72	13	13
21	15,5 „	25	57	68	16	14
27	15 „	22	79	89	16	11
32	14,5 „	21,5	74	77	16	13
49	13,5 „	28	62	91	10	11
54	13 „	21	81	84	8	8
71	12 „	36	81	82	11	9
82	11,4 „	42	63	63	10	16
88	11 „	52	61	58	11	10
95	10,5 „	62	65	73	10	13
103	10 „	50	67	85	10	11
107b	9 „	38	44	47	16	12
116	8,2 „	33	64	70	9	10
127	7,4 „	48	60	63	10	9
138	6,5 „	68	60	61	10	10
141	5,6 „	38	76	81	11	7
148	4,9 „	42	69	88	8	8
149	4,5 „	73	67	64	11	10
154	3,6 „	52	59	66	10	11
		Durchschnitt:	**67**	**74**	**11½**	**11**

Im Gegensatz zu dem Stamm macht sich bei den Ästen unserer *Sequoia* keine regelmäßige Zunahme der Markstrahlenzahl mit der Höhe über dem Boden geltend.

Bei den höchst gelegenen Ästen steht zwar die Zahl der Markstrahlen meistens über dem Durchschnitte, bei dem übrigen Teil der Krone zeigt sie aber von einem Ast zum andern große Schwankungen, ohne daß dieselben mit der Größe der Zweige oder mit ihrer Höhe über dem Boden eine sichtbare Beziehung aufweisen.

Hervorzuheben ist die Tatsache, daß die untere, aus abgerundeten dickwandigen Tracheiden bestehende Astseite, ohne Ausnahme markstrahlenreicher ist als die obere Seite, deren Holz aus rechteckigen, dünnwandigen Elementen besteht. Es frägt sich, ob dieser Unterschied mit der ausgeprägten Dorsiventralität der *Sequoia*-äste im Zusammenhang steht. Bei den älteren Zweigen vor allem ist die Breite der unteren Seite häufig zwei- bis dreimal so groß, wie diejenige des Weißholzes auf der entgegengesetzten Seite. Fügen wir noch hinzu, daß auf der unteren Seite meistens ganze Jahrringe aus lauter abgerundeten, dickwandigen Rotholztracheiden bestehen ohne Spuren von dünnwandigen und rechteckigen Frühholztracheiden.

Tabelle Nr. 3.
Anzahl und Größe der Markstrahlen in verschiedenen Höhen des Stammes bei *Picea omorica*.

Nr. der Stamm-scheiben	Höhe über dem Boden	Durchschnitts-zahl der Mark-strahlen in einem mikroskopischen Feld von 0,75 mm²	Extreme Zahlen		Anzahl der Zellen bei den längsten Markstrahlen
			Minim	Maxim.	
Stammbasis	10 cm	44	40	49	26
I	50 cm	42	39	45	—
II	1 m	37	34	44	—
III	1,5 „	36	34	39	—
IV	2 „	38	32	42	17
V	2,5 „	38	34	42	30
VI	3 „	38	35	47	27
VII	3,5 „	38	35	44	25
VIII	4 „	38	35	44	22
IX	4,5 „	36	30	40	21
X	5 „	36	33	45	18
XI	5,5 „	36	33	40	18
XII	6 „	35	33	40	25
XIII	6,5 „	37	37	40	22
XIV	7 „	39	37	43	25
XV	7,5 „	37	34	31	30
XVI	8 „	36	30	41	23
XVII	8,5 „	35	30	43	28
XVIII	9 „	38	34	42	24
XIX	9,5 „	37	34	40	20
XX	10 „	38	35	42	26
XXI	10,5 „	48	47	50	29

Was die Länge der größten Markstrahlen anbelangt, so ist sie im Durchschnitt dreimal kleiner in den Ästen, als bei dem-

selben Jahrringe im Stamm. In dieser Hinsicht macht sich zwischen den beiden Astseiten kein merklicher Unterschied geltend. (Durchschnittszahl 80fach vergrößert. $11^1/_2$ mm auf der oberen gegen 11 mm auf der unteren Seite.)

Markstrahlenzahl bei *Picea omorica*. In der Tabelle Nr. 3 sind die Variationen der Markstrahlenzahl an verschiedenen Höhen des Stammes einer bis auf ca. 2 m über dem Boden geästeten *Omorica*-Fichte angegeben.

Bei diesem Baum, dessen sehr regelmäßig entwickelte Krone bis auf ca. 8 m ü. d. Boden, gleichmäßige 1,5 bis 2 cm dicke Zweige trug, kommt nur bei der Stengelspitze und an der Stammbasis eine den Durchschnitt deutlich überschreitende Markstrahlenzahl vor. Dazwischen hingegen zeigt sie nur unbedeutende Schwankungen.

Ebenso macht sich bei der Länge der größten Markstrahlen keine mit der Höhe über dem Boden zusammenhängende Variation geltend.

* * *

Kurz zusammengefaßt ändert sich bei *Sequoia sempervirens* sowie bei *Picea excelsa* und *Abies alba*, die Zahl der Markstrahlen pro Flächeneinheit, in gleichem Jahresringe des Stammes mit der Höhe über dem Boden folgendermaßen:

1. Von einem im unteren Drittel der Stammlänge gelegenen Niveau an, wo die Markstrahlenzahl am kleinsten ist, steigt dieselbe ziemlich regelmäßig bis zum Gipfel und nimmt ebenfalls gegen die Stammbasis zu.

2. Umgekehrt nimmt im allgemeinen die Länge der größten Markstrahlen von der Stammbasis nach dem Gipfel ab.

3. Die Markstrahlenzahl der Äste ist bedeutend höher als diejenige der gleichaltrigen Jahresringe des Stammes.

4. Die zwischen den einzelnen Ästen vorkommenden Variationen der Markstrahlenzahl sind keiner sichtbaren Gesetzmäßigkeit unterstellt und stehen anscheinend in keinem regelmäßigen Zusammenhang mit der Astgröße.

5. Eine deutliche Beziehung zu der Hypotrophie der *Sequoia*äste macht sich aber in bezug auf die Markstrahlenzahl geltend. Dieselbe ist regelmäßig auf der unteren breiteren Seite größer als auf der entgegengesetzten Seite.

Über die Ursachen der vorkommenden Variationen in der Verteilung der Markstrahlen sind wir noch unvollkommen unterrichtet.

Wenn wir in dieser Hinsicht unsere im Freien entwickelte *Omorica*-Fichte mit der in einem Hof eingeschlossenen *Sequoia*, deren Gipfel besser belichtet war, als der untere Teil der Krone, dann auch mit einer unterdrückten Tanne[1]) vergleichen, so bekommt man den Eindruck, daß die Zahl der Markstrahlen vor allem mit der Intensität der Assimilation im Zusammenhang steht. Zugunsten dieser Ansicht sprechen unter andern die Zunahme der Markstrahlen a) gegen den Baumgipfel, wo das Wachstum entschieden am lebhaftesten vor sich geht; b) beim Wurzelanlauf, wo durch eigenartige Druckspannungen[2]) die Tätigkeit des Kambiums erhöht wird; dann c) auf der rascher wachsenden unteren Astseite, gegenüber der oberen Seite. Mit den Variationen der Markstrahlenzahl zeigt der Durchmesser der Tracheiden eine gewisse Korrelation. Auffallenderweise nimmt die Breite derselben vom Gipfel gegen die Stammbasis zu; außerdem sind die Tracheiden eines bestimmten Jahrringes in den Ästen bedeutend kleiner als im Stamm.

Bei *Sequoia* z. B. messen die größten Tracheiden im Stammringe 1914 20 – 30 Teilstriche des Meßokulars[3]), in den Ästen dagegen 7—10 Teilstriche; (bei der Basis des Stammes 20 – 30 Teilstriche; beim Gipfel 15, und dazwischen bei ca. 10 m ü. B. 20.)

Im allgemeinen sind also die Markstrahlen zahlreicher und kürzer bei den Organen oder Teilen derselben, welche die engsten Tracheiden besitzen.

Die Ursachen der Variationen in der Verteilung der Markstrahlen können nur auf experimentellem Weg aufgeklärt werden. Ich hoffe nächsthin weiteres über diese Frage vorlegen zu können.

Pflanzenphysiologisch. Institut der Eidg. techn. Hochschule.

Zürich, November 1915.

---

1) Tanne Nr. II Degenried in loc. cit. p. 357.

2) Bezüglich dieser Frage siehe in „Neue Untersuchungen" etc., S. 383 bis 342, „Die Ursachen der Ausbreitung der Stammbasis".

3) Mit dem Obj. apochr. 2 mm und dem Mikrometerokular Nr. 2 gemessen, d. h. bei einer Vergrößerung von ca. 500fach. Die mittelgroßen Tracheiden im Stamm messen 0,02—0,03 mm, die größten 0,0004 bis 0,005 mm

51. P. A. Roshardt: Schwimm- und Wasserblätter von Nymphaea alba, L.

(Mit Tafel XI.)

(Eingegangen am 12. November 1915.)

An *Nuphar luteum* (L.) Sibth. und Srn. sind die sogenannten Wasserblätter sehr häufig beobachtet und beschrieben worden.[1]) Es sind dies dem Rhizom aufgelagerte Blattrosetten mit kurzgestielten, dünnen und durchscheinenden, leichtgefältelten oder wellenförmig gekräuselten Blattgebilden von gelbgrüner Farbe. Im schweizerischen und französischen Jura werden sie „Salades" genannt. Den Fischern am Bodensee sind sie unter dem Namen „Schmalzblätter" bekannt. An den beiden Ufern des Zürichobersees habe ich ausgedehnte Gürtel außerhalb des Phragmitetums beobachtet, die nur Wasserblätter und keine Schwimmblätter ausgebildet hatten. Sie glichen einem unterseeischen, mastigen Salatbeet, das 1,2 bis 3 Meter unter dem Seespiegel lag und von den fast armdicken, kabelartigen, bis 30 Meter langen und schwarz gefärbten Rhizomen netzartig durchzogen war.

Fast unbekannt sind dagegen die submersen Blätter von *Nymphaea alba*, L. H. BACHMANN hatte zuerst auf deren Vorkommen in Moorgräben aufmerksam gemacht.[2]) HEGI nimmt in seiner Bemerkung über die seltene Ausbildung von submersen Blättern[3]) offenbar Bezug auf die Beobachtung BACHMANNs. Diese konnte aber weder von BAUMANN,[4]) noch von GLÜCK[5]) bestätigt

1) ARCANGELI, A., Sulle foglie delle piante aquatiche especialmente sopra quelle della Nymphaea e del Nuphar. Nuovo Giornale Bot. Ital. 22, 1890, 441.
BAUMANN, Dr. EUGEN, Die Vegetation des Untersees (Bodensee). Stuttgart 1911, 813.
GOEBEL, Dr. K., Pflanzenbiologische Schilderungen. Zweiter Teil. Marburg 1893, 302 ff.
SCHENCK, Dr. H. Die Biologie der Wassergewächse. Bonn 1886, 77.

2) Jahresbericht der zürcherischen botanischen Gesellschaft, 1894—1896. Zürich 1896, 11.

3) HEGI, Dr. G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa. München, 3, 442.

4) BAUMANN, Dr. E., Die Vegetation des Untersees (Bodensee). Stuttgart 1911, 312.

5) GLÜCK, H., Biologische und morphologische Untersuchungen über Wasser- und Sumpfgewächse. 3. Teil. Die Uferflora. Jena 1911.

werden, und doch hatte ersterer ein an entsprechendem Material sehr reiches Gebiet bearbeitet. BACHMANN selbst hatte die Blätter nur in den Riedgräben am Rootsee und bei Stansstad, nie aber in einem See finden können. Diesen Umständen ist es wohl zuzuschreiben, daß man in Botanikerkreisen über das Vorkommen von Wasserblättern bei *Nymphaea alba* ernstlich Zweifel hegte, vielleicht aber auch einer vermeintlichen Verwechselung von *Nymphaea alba* mit *Nuphar luteum*.

Gelegentlich des Zweiten Hydrobiologischen Ferienkurses in Luzern wurde ich auf die Frage aufmerksam und habe im Verlauf der letzten beiden Jahre 1914 und 1915 zu verschiedener Jahreszeit mit Erfolg nach den submersen *Nymphaea*blättern gesucht, so im Stansstaderried, nahe am Vierwaldstättersee, in den verschiedenen Armen des Sees selbst, sowie im Sarnersee, Zürichobersee und im Zugersee.

Anatomisch sind die Wasserblätter von *Nymphaea alba* nicht eingehender untersucht worden. Deren Vorkommen in Schweizerseen, wie in Seen überhaupt, war bisher gänzlich unbekannt. Allerdings erwähnt GOEBEL in seinen „Pflanzenbiologischen Schilderungen[1]) die Wasserblätter einiger Nymphaeaceen, unter andern von *Nuphar luteum* aus dem Würmsee; an unserer weißen Seerose aber hat er sie nicht beobachtet. Ebenso fehlt ihr Name auf der Liste der Sumpf- und Wassergewächse, die das Material lieferten zur wertvollen Arbeit von PORSCH.[2])

Der Zweck meiner vorläufigen Mitteilung ist daher, die neugefundenen Tatsachen über das Vorkommen von Wasserblättern bei *Nmyphaea alba* festzustellen und auf einige biologische, morphologische und anatomische Eigentümlichkeiten und Unterschiede der Schwimm- und Wasserblätter hinzuweisen.

Bevor ich jedoch auf die Ergebnisse meiner Untersuchung eingehe, spreche ich auch an dieser Stelle dem Leiter der Hydrobiologischen Kurse in Luzern, Herrn Prof. Dr. BACHMANN meinen Dank aus für wertvolle Anregung und gütige Zusendung einschlägiger Literatur.

* * *

Die Wasserblätter von *Nymphaea alba* sind bei weitem nicht so zahlreich wie jene von *Nuphar luteum*. An einem und demselben

1) GOEBEL, Dr. K., Pflanzenbiologische Schilderungen. Zweiter Teil. Marburg 1893, 305.

2) PORSCH, Dr. OTTO, Zur Kenntnis des Spaltöffnungsapparates submerser Pflanzenteile. Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften. Wien. 112. Band, 1. Heft, Abteilung I, 97 ff.

Schoß eines Rhizoms habe ich selten mehr als drei Exemplare, sehr oft gar kein Wasserblatt gefunden. Sie sind auch viel unauffälliger als die submersen *Nuphar*blätter, da sie meistens mit einer feinen kalkhaltigen Schicht überzogen sind, die teils von den Blättern selbst ausgeschieden wird, teils von dem Bodenschlamm herstammt. Gleichwohl sind sie frisch und lebenskräftig, wie die Untersuchung und Jodprobe zeigten. Im allgemeinen besitzen die Wasserblätter einen geringern Flächendurchmesser als die Schwimmblätter desselben Schosses, können diese jedoch an Größe auch bedeutend übertreffen. Unterseeische Blattrosetten ohne Schwimmblätter, wie sie an *Nuphar* häufig sind, konnte ich an der weißen Seerose nie finden. Der Gegensatz zwischen Schwimm- und Wasserblatt ist aber ausgeprägter als bei der gelben.

Das Wasserblatt ist sehr zart gebaut, durchscheinend und am Rande gewellt. Es zerreißt leicht, ist fettig anzufühlen infolge der vielen Oelpapillen, die sich auf der Blattunterseite in noch größerer Zahl vorfinden als beim Schwimmblatt. Im diffusen Licht nehmen die Wasserblätter eine ähnliche Lage ein wie die Schwimmblätter: sie schweben wagerecht im Wasser. Mit steigender Sonne ändern sie ihre Stellung: sie richten sich auf, so daß sie mit dem Lot der Wasserfläche einen spitzen Winkel bilden, oft sogar senkrecht im Wasser emporragen. Ich konnte die auffällige Erscheinung besonders hübsch an sonnigen Tagen des Vor- und Hochsommers feststellen, wenn ich in der Morgenfrühe die Seerosenbestände aufsuchte und in der Hitze des Mittags mit dem Boot zu ihnen zurückkehrte.

Eine andere Eigentümlichkeit, die wir bei *Nuphar* umsonst suchen, haben Schwimm- und Wasserblätter von *Nymphaea alba* miteinander gemeinsam: die herbstliche Verfärbung. Dem Auge bietet sich jeweilen ein prachtvoller Anblick dar, wenn im Wintermonat die Morgensonne das noch schlafende Phragmitetum vergoldet, ein Anblick, der mit den Farben des Frühlings wetteifert. Selten fand ich einen so wohltuenden Kontrast wie das satte Gelb des Schilfes über dem bleiernen Wasserspiegel und zwischen hinein gestreut, in den Lücken und Buchten, die noch unversehrten, aber tief rot gewordenen, scharf abgeschnittenen Blattschilde von *Nymphaea alba*. Die gleiche Herbstfarbe, ebenfalls auf der Oberseite, nur nicht so intensiv, nehmen die Wasserblätter auf dem Seegrunde an, die völlig zutage tritt, nachdem man den anhaftenden Schlamm abgewischt hat. In dieses Blau des herbstlichen Lebens mischt sich nach ein paar Wochen das Schwarzbraun des Todes, das Blatt stirbt. Ob die Schwimmblätter vor oder nach den

Wasserblättern absterben, ist für *Nuphar luteum* verschieden beantwortet worden.[1]) Im Zürichobersee hielten die Wasserblätter der weißen Seerose bis tief in den Dezember aus, während die Schwimmblätter lange zuvor starben. In den Gräben des Stansstaderriedes starben Schwimm- und Wasserblätter zu gleicher Zeit ab, Ende November. An den faulenden, zuweilen aber auch schon an jungen, noch eingerollten Blättern beider Formen siedeln sich eine Menge verschiedener Algen, besonders Grünalgen- und Diatomeenkolonien an.

Die jungen Wasserblätter entstehen fast gleichzeitig mit den Schwimmblättern, *rollen sich aber eher auf. Im laufenden Jahr* habe ich die ersten Wasserblätter Mitte Februar gefunden. Es waren kleine, kaum zwei Zentimeter lange, eingerollte Blättchen, die nur langsam in ihrem Wachstum voranschritten. Mitte April rollten sich die ersten Blattspreiten auf; aber erst Ende Mai waren sie ordentlich entwickelt, als auch die Schwimmblätter sich zu entfalten begannen. Beide Blattarten besitzen in ihrer Jugend eine rötliche Farbe. Sie rührt von den Hautzellen der obern und untern Blattseite her, welche reichlich violetten Zellsaft führen.

Während die Länge der Blattstiele bei Schwimmblättern hauptsächlich von der Höhe des Seespiegels abhängt, ist diese für Wasserblätter in dieser Hinsicht ohne Belang. Bei Exemplaren aus großer Tiefe, wie bei solchen aus seichtem Wasser finden sich ganz verschiedene Größen. Die gemessenen Längen schwanken zwischen 5 und 25 Zentimetern, Zahlen, welche sich neben den Stiellängen von Schwimmblättern recht bescheiden ausnehmen, sind da Blattstiele von 3 Meter Länge keine Seltenheit.

Wie der Querschnitt der Blattstiele und die Nervatur für die Schwimmblätter von *Nuphar* und *Nymphaea* charakteristisch sind, so lassen sich auch die Wasserblätter beider Arten leicht an den genannten Merkmalen unterscheiden. *Nuphar* hat einen dreikantigen Blattstiel, *Nymphaea* einen kreisrunden. Die Differenzen in der Aderung des Schwimm- und Wasserblattes sind so gering, daß wir ohne weiteres die Angaben HEGIs[2]) über das Schwimmblatt auf das Wasserblatt übertragen dürfen: „Bei *Nymphaea* zweigen die Seitennerven gegen den Rand hin rechtwinklig ab und anastomosieren. Bei *Nuphar* gabelt sich ziemlich regelmäßig jeder Seitennerv in zwei Seitennerven zweiter Ordnung, welche sich ihrerseits

1) Vgl. die zitierten Werke von BAUMANN, GOEBEL und ARCANGELI.

2) HEGI, Dr. G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa. München, 3, 444.

wieder in zwei Seitennerven dritter Ordnung teilen, um sich kurz vor dem Rande noch einmal zu gabeln." Überhaupt sind Schwimm- und Wasserblätter von *Nuphar luteum* und *Nymphaea alba* auch außer der Blütezeit leicht auseinander zu halten.

* * *

Mit den morphologischen und biologischen Verschiedenheiten der Schwimm- und Wasserblätter hält auch deren histologische Differenzierung Schritt. Die mikroskopische Untersuchung zeitigte aber das überraschende Ergebnis, daß die sogenannten Wasserblätter, besonders häufig jene, die aus den Moorgräben stammen, und die dem unbewaffneten Auge vollkommen gleichartig erscheinen, zwei verschiedene Typen einschließen: Wasserblätter ohne Spaltöffnungen und solche mit Spaltöffnungen. Auch die Schwimm- und Wasserblätter aus dem offenen See einerseits und den Moorgräben anderseits weisen mehrfache Unterschiede auf, so daß man auf den ersten Blick geneigt wäre, fünf Blattformen zu unterscheiden, nämlich das Schwimmblatt aus dem See und dasjenige aus den Moorgräben, das Wasserblatt ohne Stomata aus dem See und jenes aus Moorgräben und endlich das Wasserblatt mit Stomata, das ich bisher in größerer Anzahl im Ried von Stansstad, in einigen wenigen Exemplaren auch im Zürichobersee und in der Gegend von Küsnacht im Vierwaldstättersee gefunden habe.

Zieht man aber in Erwägung, daß ein Wechsel in der Tracht der Pflanze und Abänderungen in der Blattgestalt infolge Standortseinflüssen bei allen Wasserpflanzen sehr häufig ist, so wird man die fünf Blattformen auf drei reduzieren müssen, die allerdings innert gewissen Grenzen schwanken, die aber meines Erachtens wesentlich voneinander abstehen: Das Schwimmblatt, das Wasserblatt ohne Spaltöffnungen und das Wasserblatt mit Spaltöffnungen.

A. Beim ausgewachsenen Schwimmblatt verschiedener Herkunft finden wir ein mächtig entwickeltes, drei bis fünfschichtiges Palisadenparenchym, sehr große Lufträume im Mesenchym und zahlreiche Spaltöffnungen in der Epidermis der Blattoberseite. Die Blätter aus dem See sind im allgemeinen größer und derber als jene aus den Moorgräben. Auch der Dickendurchmesser ist verschieden. Bei Blättern aus dem See betrug er beispielsweise 0,4 bis 0,81 Millimeter, bei Blättern aus Moorgräben 0,28 bis 0,36 Millimeter.

In den Blättern der Grabenflora ist das Palisadengewebe reduziert, durchschnittlich um zwei bis drei Zellschichten ärmer als bei

Schwimmblättern aus dem See. Dagegen ist das Lückengewebe mächtiger entwickelt, wie die folgenden Messungen zeigen. Bei Schwimmblättern aus Moorgräben entfallen zum Beispiel von 0,36 Millimeter Dickenmaß 0,25 Millimeter auf das Lückengewebe und die untere Epidermis, 0,2 Millimeter auf das Palisadenparenchym und die obere Epidermis.

Entsprechende Messungen an Schwimmblättern aus dem Zürichsee ergaben folgende Zahlen:

Blattdicke = 0,67 Millimeter,

Lückengewebe und untere Epidermis = 0,33 Millimeter,

Palisadenparenchym und obere Epidermis = 0,34 Millimeter.

Das Verhältnis von Palisadenparenchym und Lückengewebe gestaltet sich also bei Blättern von Seepflanzen wie 1 : 1, bei Blättern aus dem Moor wie 1 : 2, mit anderen Worten: Das Schwimmblatt aus den Moorgräben hat ein relativ größeres Interzellularsystem als jenes aus dem See.

Die Zahl der Spaltöffnungen ist großen Schwankungen unterworfen. Schwimmblätter aus dem Zürichsee wiesen ziemlich genau die von TSCHIRCH[1]) für *Nymphaea alba* gefundene Anzahl auf, nämlich 460 pro mm.² Bei Schwimmblättern aus dem schlammhaltigen und reichlich Eisenhydroxyd führenden Wasser der Moorgräben sank sie im Mittel auf 182, in extremen Fällen sogar auf 150 pro mm² herab. Es scheint aber, daß mit der Verminderung der Spaltöffnungsapparate eine Vergrößerung der Schließzellen eine Verlängerung der Zentralspalte, und damit auch der Eisodial- und Opisthialöffnung parallel geht, daß auf diese Art und Weise durch qualitative Arbeitssteigerung die Wirkung des numerisch herabgesetzten Apparates ausgeglichen wird.

Endlich finden wir bei den genannten Blättern noch deutliche Differenzen im Bau und in den Dimensionen der Epidermiszellen, die aber weniger in Betracht fallen als die bereits erwähnten.

B. Das Wasserblatt ist zunächst durch das vollständige Fehlen der Spaltöffnungen scharf charakterisiert. Ebenso allgemein und konstant ist der geringe Dickendurchmesser der Blattlamina. Wasserblätter aus dem Zürichsee maßen zum Beispiel 0,18 und 0,2 Millimeter, die Schwimmblätter desselben Schosses 0,74 und 0,8 Millimeter. Dieses auffallende Verhältnis wird bedingt durch eine Reduktion der Gewebe überhaupt, hauptsächlich aber durch den gänzlichen Ausfall des Palisadenparenchyms.

1) Vgl. HABERLANDT, G., Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig 1904, 416.

Dessen Stelle nimmt im Wasserblatt eine Schicht großer, mehr breiter als hoher Zellen ein, die bedeutend mehr Blattgrün enthalten als die benachbarten Gewebe. Nach unten hin wird das Mesophyll entweder ohne weitere Zellschicht von der angrenzenden Epidermis abgeschlossen, oder es ist eine Lage von Zellen, gleich denen unter der Haut der Blattoberseite eingefügt. Im letzten Fall ist das Blatt morphologisch vollkommen bilateral oder symmetrisch, physiologisch jedoch ist es sicher isolateral oder asymmetrisch.

Außer dem größeren Chlorophyllreichtum jener Zellschicht weist schon das eigentümliche Verhalten ihres Blattgrüns darauf hin. Untersucht man nämlich ein Wasserblatt, das im diffusen Tageslicht assimiliert hat, so ist die große Masse der Chlorophyllkörner in der unteren Zellhälfte angehäuft und lehnt prall an die basale Wand. Stellt man die gleiche Untersuchung nach einiger Zeit starker Belichtung an, also nachdem das Blatt im Sonnenlicht assimiliert hat, so haben sich die Chlorophyllkörner verschoben. Sie sind an die senkrechten Zellwände gewandert und schmiegen sich innig an diese an. In den übrigen Geweben des Blattes tritt die Erscheinung gar nicht, oder nicht in annäherndem Maße auf. Es reagiert also die obere Schicht der großen, reichlich Chlorophyll führenden Zellen auf die Veränderung der Lichtintensität in anderer Weise als die unteren Zellagen. Vermutlich wird die Verschiebung des Chlorophylles als Endglied in der Kette der Reaktionen das Aufrichten oder Senken der Blattspreite nach sich ziehen.

Ebenso dürfte auch der große Querschnitt des Blattstieles, der oft den dreifachen Wert, wie die Blattstiele der entsprechenden Schwimmblätter ihn aufweisen, übersteigt, wenigstens indirekt im Dienste der Assimilation stehen. Wir finden nämlich hier ein bedeutend größeres Interzellularsystem als in den Stielen der Schwimmblätter. Das Verhältnis gestaltet sich wie 7 : 4, was ich durch Zeichnen einer Anzahl von Querschnitten mit dem Zeichenokular und durch Ausmessen des Gewebes und der Lufträume auf Millimeterpapier festgestellt habe. Da der Zusammenhang der Lufträume in der ganzen Pflanze außer Zweifel steht, und die Interzellularräume die Wege darstellen, auf welchen der Sauerstoff zu den von der atmosphärischen Luft abgeschlossenen Pflanzenteilen gelangt, so liegt der Schluss nahe, daß die Pflanze den Luftaustausch — von der Aufnahme der im Wasser gelösten Luft durch die Epidermis dürfen wir hier absehen — zu heben sucht durch Erweiterung der Luftwege. Die Größe des Austausches wird sich noch vervielfachen, wenn die Druck-

verhältnisse im Blattstiel häufig wechseln, was nach den Ausführungen GOEBELS [1]) a priori anzunehmen ist.

C. Die dritte Blattform, das Wasserblatt mit Spaltöffnungen ist dem vorigen Wasserblatt im anatomischen Bau sehr ähnlich. Es ist wie jenes ein ausgesprochenes Schattenblatt aus denselben Zellschichten aufgebaut. Auf die Epidermis folgt eine Schicht kubischer großer Zellen von etwa 40 μ Durchmesser, dann eine Schicht langgestreckter, liegender Zellen, oder sofort die großen Interzellularen. Nach unten hin wiederholt sich in umgekehrter Reihenfolge dieselbe Anordnung. Das Blatt wäre also, wenn wir von den Spaltöffnungen in der oberen Epidermis und von dem größeren Chlorophyllgehalt der zweiten oberen Zelllage absehen, *vollkommen bilateral symmetrisch. Die genannten* Eigentümlichkeiten jedoch geben ihm noch mehr als dem typischen Wasserblatt einen dorsiventralen Charakter.

Es stellt sich übrigens in mehrfacher Hinsicht in Gegensatz zum eigentlichen Wasserblatt: zum Beispiel weicht es durch den großen Flächendurchmesser der Oberhautzellen, durch die verschiedene Dicke der Cuticula, durch die eigentümliche Wellung der senkrechten Wände der Epidermis merklich von jenem ab. Doch treten alle diese Momente in den Hintergrund gegenüber dem konstanten Vorhandensein normal entwickelter Spaltöffnungen. Diese sind regelmässig über die ganze Blattoberfläche zerstreut wie bei den Schwimmblättern, nur in bedeutend geringerer Zahl. Letztere schwankt zwischen 40 und 70 für den Quadratmillimeter. Der Spaltöffnungsapparat selbst differirt durch seine Grösse, durch die zarte Beschaffenheit der Zellwände sowie durch die feineren Cuticularleisten der Schließzellen von jenem der Schwimmblätter in ebenso auffälliger Weise.

Der anatomische Aufbau des Schwimmblattes und des Wssserblattes ohne Spaltöffnungen weist in eindeutigem Sinne auch auf ihr physiologisches Verhalten hin. Nicht so ersichtlich sind diese gegenseitigen Beziehungen beim Wasserblatt mit Spaltöffnungen. Durch Struktur und Gestalt ist es als submerse Blattform wohl gekennzeichnet. Seine Lebensarbeit wird sich demnach im Wasser abspielen. Der physiologische Prozeß der Kohlensäure- und Nährsalzaufnahme wird nicht in derselben Weise verlaufen wie beim Schwimmblatt. Und dennoch teilt es sich mit diesem in den Besitz des Spaltöffnungsapparates. Am nächsten liegt die Vermutung, eine Blattform mit amphibialer Natur vor uns zu haben, in dem Sinne nämlich, daß sie bei niedrigem Wasserstande einem Luftblatt

1) Pflanzenbiologische Schilderungen. 2. Band. Marburg, 1893, 252.

gleichkäme, bei höherem Wasserspiegel durch Einstellen der stomatären Tätigkeit ein Wasserleben führte. Das häufige Vorkommen in Sumpfgräben, deren Wassermengen ja vielen Schwankungen unterworfen sind, scheint damit im Einklang zu stehen. Ebenso bestimmt sprechen auch mehrere Umstände dagegen: Zum Beispiel fehlen unserer Blattform die Sternhaare und die Strebezellen gänzlich, Bildungen, welche dem Wasserblatt, falls es tatsächlich zeitweise emers existieren sollte, von nicht geringerem Vorteil gegen mechanische Anforderungen wären wie dem eigentlichen Schwimmblatt. Auch suchen wir umsonst nach der sehr charakteristischen Eigenschaft des Schwimmblattes, daß dasselbe auf seiner glatten Oberfläche nicht benetzbar ist, daß Wassertropfen leicht abrollen und daß beim Entheben aus dem nassen Element kein Wasser haften bleibt. Der Blattstiel beider Wasserblattformen, der von der Blattspreite nicht unter einem größeren Winkel abzweigt, sondern eher eine geradlinige Fortsetzung der Blatthauptnerven darstellt, besitzt zudem nicht die Fähigkeit, auch innert engen Grenzen sich an die Wasserhöhe anzupassen. Ich konnte selbst bei niedrigem Wasserstande, im Spätsommer und Herbst, keine Stomata tragende emerse Wasserblätter finden.

Wir haben es also in diesen Blattformen höchstwahrscheinlich mit dauernd submersen Organen zu tun. Weitere Aufschlüsse über die Stellung der Wasserblätter in der Entwicklung der Pflanze, über die Funktion des submersen Spaltöffnungsapparates, über die allfällige Anpassung von *Nymphaea alba* durch Ausbildung der beschriebenen Blattformen hoffe ich aus Kulturversuchen, die im Gange sind, zu erhalten.

Erklärung der Tafel XI.

Abb. 1. Schwimm- und Wasserblatt desselben Sprosses von *Nymphaea alba*, von der Unterseite gesehen.

Abb. 2. Wasserblätter verschiedener Größen von Exemplaren desselben Standortes. Die Blattstiele sind, ausgenommen unten links, wo der Blattstiel fehlt, sämtlich in ganzer Länge wiedergegeben.

Abb. 3. Schwimmblatt, Wasserblatt und Niederblatt desselben Schosses; die ersten beiden von oben gesehen.

Abb. 4. Unten Wasserblatt von *Nuphar luteum*, oben von *Nymphaea alba*. Die Blätter wurden mit konzentriertem Alkohol behandelt, um die Aderung sichtbarer zu machen und, auf eine Glasplatte gelegt, photographiert. Das Bild zeigt die für *Nymphaea* und *Nuphar* charakteristische Nervatur der Wasserblätter.

52. G. Dittrich: Pilzvergiftungen im Jahre 1915.

(Eingegangen am 16. November 1915.)

Im deutschen Reichsgebiet sind während des letzten Jahres, wie eine auf Zeitungsnachrichten und eigenen Ermittelungen beruhende Zusammenstellung ergeben hat, nicht weniger als 248 Personen nach dem Genuß schädlicher Pilze erkrankt und 85 von ihnen (darunter 52 Kinder) verstorben. Beide Zahlen sind in Wirklichkeit jedenfalls noch erheblich größer. Denn bei erkrankten Familien war die Kopfzahl in den Notizen oft nicht mitgeteilt und wurde dann in der geringsten Höhe, die sich aus den vorhandenen Angaben entnehmen ließ, angesetzt; bei nicht wenigen der Leidenden war andererseits ein ungünstiger Ausgang und damit eine Zunahme der tödlichen Fälle zu erwarten. Selbstverständlich ist auch mit Unvollständigkeit der eingegangenen Meldungen zu rechnen; immerhin fanden sich in den verschiedensten Zeitungen vielfach die gleichen Vorkommnisse — auch in abweichender Form der Darstellung — wieder. Nicht berücksichtigt sind solche Fälle, in denen verdorbene Pilze als Anlaß der Gesundheitsstörung angegeben wurden, und ebensowenig natürlich Erkrankungen, bei denen, wie in Tarnowitz O.-S., Nachforschungen ergaben, daß Pilze nicht mit Sicherheit als ihre Ursache nachgewiesen waren.

Von der Gesamtzahl der hiernach in die Zusammenstellung aufgenommenen Erkrankten (Verstorbenen) kamen auf Schlesien 20 (17), auf die Provinz Posen 51 (28), auf Ostpreußen 1 (1), Westpreußen 6 (4), Berlin 7 (2), Westfalen 36 (20), Rheinprovinz 9 (0), Anhalt 2 (0), Provinz Sachsen 1 (0), Königreich Sachsen 51 (2), Thüringen 3 (0), München 40 (5), Bayern ohne München 21 (6).

Für die Häufung der Vergiftungsfälle ist neben Unkenntnis der wenigen dabei in Betracht kommenden Arten in erster Linie das günstige Pilzjahr verantwortlich zu machen. Grüne Knollenblätterpilze, die in den östlichen Provinzen wohl die meisten Opfer forderten, wuchsen nach den im Juli endlich eingetretenen reichlichen Regenfällen in großen Mengen selbst an Stellen, an denen sie in anderen Jahren nur in wenigen Exemplaren oder überhaupt nicht zu finden waren. Ob auch die anderen Gründe für einen erhöhten Pilzverbrauch, welche dieses außergewöhnliche Jahr nahelegt, gleichzeitig eine verhältnismäßige Zunahme von Verwechs-

lungen der Arten veranlaßt haben, läßt sich nicht sicher beurteilen; Erfahrungen bei einem Versuch zur Einführung neuer Marktsorten haben mir jedenfalls gezeigt, daß wenigstens bei der Landbevölkerung auch jetzt eine fast allgemeine Abneigung gegen Speiseschwämme herrscht, die nicht zu der geringen Zahl der allbekannten Arten gehören. In den meisten Fällen, denen ich genauer nachgehen konnte, wurden die Pilze von Kindern gesammelt, die, wie die Verhältnisse nun einmal liegen, schlechterdings keine nähere Kenntnis der gefährlichen Formen haben konnten. Wo sich in den benutzten Zeitungsnachrichten Angaben über die Herkunft der Pilze fanden, war fast stets gesagt, sie seien von den Erkrankten selber aus dem Wald geholt worden; einige Male hatte man sie auf der Straße oder unterwegs von unbekannten Leuten gekauft, aber nur in dem einen Fall von Rybnik O.-S. waren es am öffentlichen Markt gehandelte Pilze, dem Vernehmen nach Reizker mit zottigen Hüten, also wohl *Lactaria torminosa*, die nach der Zubereitung bei einer Kostprobe Vergiftungserscheinungen hervorriefen. Dagegen werden die alten Märchen von allgemeinen Kennzeichen und Prüfungsmitteln für eßbare oder giftige Pilze, die nahezu in allen Kreisen, auch in solchen, die man für besser unterrichtet halten sollte, unverändert weiter leben, nach wie vor vielen zum Verhängnis. Daß schließlich zuweilen gar kein Unterschied der Arten gemacht wird, zeigt das Verhalten der Arbeiterin Ernestine H. in Rothenburg O.-L., die, wie es hieß, auf der dortigen Aue wahllos Pilze sammelte; sie erkrankte nach der Mahlzeit und verstarb bald.

Eine sichere Aufklärung der einzelnen Vergiftungen nach der mykologischen Seite hin ist nur durch eigene Nachforschungen an Ort und Stelle zu erreichen, wie sich gelegentlich des Falles von Gr. Neudorf zeigen wird; es sei denn, daß tunlichst dieselbe Person, von der die fraglichen Pilze abgepflückt wurden, sie wieder von der gleichen Stelle besorgt und einsendet. Einem solchen Entgegenkommen stehen aber oftmals Mißtrauen gegenüber dem Zweck der Nachforschungen und jedenfalls noch häufiger andere, näher liegende Widerstände im Wege. Den Angaben der Zeitungen über die Pilzart ist im allgemeinen nicht sehr viel Bedeutung beizulegen; gewöhnlich wird in herkömmlicher Weise die Schuld dem falschen Champignon oder Knollenblätterpilz zugeschrieben, eine Erklärung, die allerdings durch die tatsächliche Gemeingefährlichkeit von drei Formen dieser Species nahegelegt wird und im einzelnen Fall bei einer verhältnismäßig langen Zwischenzeit bis zum Auftreten der ersten Anzeichen von Vergiftung an Wahrscheinlich-

keit gewinnt. Nächst dem Knollenblätterschwamm werden Giftreizker oder „giftige Reizker“ am häufigsten genannt; der Tod von drei Knaben in Kostschin konnte, wie unten näher dargelegt wird, unzweifelhaft auf *Lactaria torminosa* zurückgeführt werden. Indessen wird, wenigstens in Schlesien und Posen, die Bezeichnung „Reizker“ nicht einmal auf die schon recht zahlreichen Vertreter der Gattung *Lactaria* beschränkt, sondern, wie das Beispiel des „Grünreizkers“ und der vielleicht weniger verbreitete, im wesentlichen für *Tricholoma portentosum* und *terreum* gebrauchte Name „Graureizker“ zeigen, auch auf völlig andersartige Pilze ausgedehnt. Da selbst grüne Knollenblätterpilze in den beiden Provinzen neuerdings vielfach für Grünreizker gehalten und mit tödlicher Wirkung verspeist werden, könnten somit die „giftigen Reizker“ der Zeitungsberichte unter Umständen recht verschiedenartige Pilze sein.

Eine der zahlreichen Mitteilungen über Erfahrungen und Erlebnisse mit Schwammerln, welche die „Münchener Neuesten Nachrichten“ im vergangenen Sommer brachten, betraf den zwölfjährigen Sohn des Maschinisten SCHM., der im Wald bei Keferlohe ein sog. Nußtäuberl im rohen Zustand aß und bald danach erkrankte. In Oberschlesien werden unter dem Namen „Betken“ viele Täublinge (*Russula vesca, depallens, cyanoxantha, virescens*), die im rohen Zustand in der Tat angenehm, zum Teil haselnußähnlich schmecken, auf den Märkten verkauft; neuere volkstümliche Pilzbücher erklären alle *Russula*-Arten von mildem (nicht scharfem oder brennendem) Geschmack für unbedenklich und genießbar. Wer aber gewohnt ist, Täublinge zum Zwecke der Bestimmung oder Prüfung zu kosten, wird nicht im Zweifel darüber sein, daß jener Pilz im Wald bei Keferlohe nur mild geschmeckt haben kann; da er gleichwohl gesundheitsschädlich wirkte, wird die angeführte allgemeine Unterscheidungsregel nicht uneingeschränkt gelten dürfen. In Sachsen wiederum handelte es sich bei den Vergiftungen sehr häufig um Perlpilze; ein Arzt in Plauen behandelte nach einem Artikel der „Berliner Abendpost“ allein in einer Woche 22, zum Teil schwere Fälle dieser Art. Man wird hierbei wohl weniger an eine Verwechselung mit dem sog. Königsfliegenpilz (*Amanita muscaria var. regalis*) als an die Schwankungen im Verhältnis des Muskarin- und Atropingehaltes der Perlpilze selbst zu denken haben.

Durch die Höchstzahl von acht Todesfällen ragte im Berichtsjahr die Pilzvergiftung von Gr. Neudorf (Kreis Brieg) hervor. Dort erkrankten zehn Personen nach dem Genuß von Schwämmen, bei denen es, wie in der Zeitung ausgeführt und auch im Ort

erzählt wurde, zweifelhaft sein sollte, ob sie an sich giftig oder nicht vielmehr nur durch das damalige Hochwasser verdorben waren. Zwei der Erkrankten, darunter ein elfjähriges Mädchen, das seinen Leiden erlag, wohnten im Dorf, alle übrigen, auf welche sich die folgenden Ergebnisse der Nachforschungen am 14. August beziehen, in dem ein Stück entfernt gelegenen Dominium. Am 9. August hatten hier zunächst Frau und Kinder des Gutswächters GERNODT die Pilze verzehrt; als erstes Opfer starb ein im zehnten Jahre stehender Knabe, der sie zum Teil roh genossen hatte, zuletzt die Frau, die auch erst am 11. August erkrankt war. Gemeinschaftlich mit ihnen hatten die drei Kinder des Oberschweizers WEIBEL die fraglichen Pilze gesammelt, und der eine Knabe bat die Mutter unablässig, sie ihm doch zuzubereiten; Frau WEIBEL hatte aber Bedenken dagegen, denn wenn sie auch die Pilze gleich den anderen Beteiligten für „grüne Reizker" hielt, so nahm sie doch, wie sie sagte, an der weißen Unterseite Anstoß. Unterdessen kam die Tochter des Wächters hinzu und erklärte, sie habe mit ihrer Familie soeben die gleichen Pilze gegessen und gut gefunden.

Sämtliche Kinder, die die Pilze besorgt hatten, waren bei meiner Anwesenheit bereits verstorben bis auf die genannte dreizehnjährige Tochter, die im Schreibendorfer Krankenhause lag. Man hatte sie aber beim Sammeln beobachtet, und zwar an einer Stelle, die zwischen einem Buschwald, dem sogen. Durchriß, und einem Kartoffelacker lag: ein grasiger Feldweg führte dort entlang. Der Förster war trotz des strömenden Regens bereit, mich nach dem Fundort zu begleiten; er meinte allerdings, die Pilze seien einfacher zu beschaffen, denn sie wüchsen auch im Gutspark. Ich zog es indessen vor, mit ihm die ursprüngliche Fundstelle aufzusuchen, und dort standen denn an dem Feldweg wie in dem anstoßenden Wäldchen viele grüne Knollenblätterpilze, die übrigens Frau WEIBEL auch schon vorher an Abbildungen als die ausschließlich von ihr zubereitete Sorte erkannt hatte. Wie die Besichtigung nebenbei ergab, war eine Überschwemmung dieser Stelle ausgeschlossen.

Der Förster meinte nun, er wolle mir doch auch die Pilze aus dem Park zeigen, da diese mehr braun aussähen — eine bei alternden Exemplaren der olivfarbenen *Amanita phalloides* in der Tat oft überwiegende Färbung. In Wirklichkeit erwies sich aber seine Art als *Amanita rubescens*. Der Vorfall mahnt zur Vorsicht bei der Bewertung der Resultate brieflicher Nachforschungen. Der Förster wohnte neben der Familie WEIBEL, und seine Frau hatte die Leidensgeschichte der Kinder, ihr langsames Hinsterben unter zunehmender

Teilnahmslosigkeit, in allen Einzelheiten[1]) miterlebt. Bei einer schriftlichen Nachfrage hätte es nach Lage der Verhältnisse wahrscheinlich der Förster übernommen, die Pilze zu besorgen, und zwar nun jedenfalls aus dem ja so viel näher liegenden Park. Dann aber wäre die Schuld an der Vergiftung — diesmal mit Unrecht — Perlpilzen zugeschrieben worden.

Kurz vorher ereignete sich ein sehr ähnlicher Fall im Vorwerk Peterhof bei Pühlau (Kreis Oels), wo nach Angaben des Schaffers innerhalb der letzten acht Jahre bereits zwei Pilzvergiftungen vorgekommen waren, die einer ansehnlichen Zahl von Menschen das Leben gekostet hatten. Am 2. August aßen von den Mitgliedern der auf dem Vorwerk beschäftigten Familie ADLER die 39jährige Frau ELISABETH und ihr 9 Jahre alter Sohn KARL die Pilze *teils zu Mittag, teils als Abendmahlzeit. Um Mitternacht sah* der Schaffer, wie die Frau das erste Erbrochene auf den Hof brachte. Mutter und Kind litten an starken Leibschmerzen und „kämpften“ vom folgenden Nachmittag ab unter Schreien; am 4. August starb gegen Mittag die Frau, am 5. August um ½5 Uhr nachmittags der Sohn. Er hatte zusammen mit seiner Schwester EMMA, die aber an dem Essen nicht teilnahm, die Pilze aus dem unmittelbar am Vorwerk beginnenden Laubwald geholt. Das Mädchen begleitete mich nun am 11. August an die Fundstellen, um mir selbst die einzelnen Sorten — es waren deren mehrere gewesen, wie auch der Schaffer angab — zu zeigen. Als erste Art pflückte EMMA A. wiederholt grüne Knollenblätterpilze und erklärte auf Befragen, sie habe diese Pilze für Grünreizker gehalten. Weiterhin bezeichnete sie als Bestandteil des Gerichtes „Rotreizker“ — in Wirklichkeit *Russula depallens* — und viele schöne Steinpilze. Ein anderer Knabe vom Vorwerk, der damals an den Feldrändern in der Nähe mitgesammelt und sich uns angeschlossen hatte, fügte von dort noch einige Feldchampignons hinzu.

Gleichfalls Grünreizker, wie sie meinte, verzehrte am 7. August die Maurersfrau HEDWIG WOITSCHECK in Körnitz (Kreis Militsch) mit ihrer siebenjährigen Tochter zum Abendessen. Am folgenden Morgen fühlten sich beide unwohl und suchten zu Fuß einen Trachenberger Arzt auf. Die gegen 30 Jahre alte Frau starb sechs Tage nach der Mahlzeit, die Tochter einen Tag früher. Ein zweites, fünfjähriges Mädchen hatte an dem Gericht keinen Geschmack gefunden und die Proben auch nicht hinuntergeschluckt. Die Pilze wurden durch eine glaubwürdige Person von derselben Stelle, an

1) **Als besonders merkwürdig schilderte sie die rotblühenden Gesichter der ruhig daliegenden Kinder.**

der sie die Verstorbene gefunden hatte, besorgt und eingesandt: es waren grüne, nach dem Rande hin verbleichende Knollenblätterschwämme.

Nach einer brieflichen Mitteilung aus Gostyn (Provinz Posen) starb dort am 4. September an Pilzvergiftung ein etwas schwächlicher Knabe von acht Jahren, während gleichzeitig die übrigen Mitglieder der kinderreichen Familie, die von den „Grünreizkern" gegessen hatten, schwer erkrankt waren. Die ersten Erscheinungen hatten sich nach etwa 30 Stunden eingestellt. Grünreizker waren, wie in dem Brief hervorgehoben wurde, zu jener Zeit in den Wäldern um Gostyn nicht anzutreffen, wohl aber zahlreiche Knollenblätterpilze, die vielfach in täuschend ähnlicher Farbe aus dem Boden kamen.

In den drei ersten Fällen und wahrscheinlich auch in Gostyn wurden also grüne Knollenblätterschwämme gegessen und selbstverständlich nicht für Champignons gehalten, wie man bisher stets beim Genuß dieser gefährlichsten Pilzart annahm, sondern, wie sich überall gezeigt hat, infolge eines sehr viel gröberen Irrtums für sog. Grünreizker (Grünlinge, Grünpilze, *Tricholoma equestre*) angesehen. Die erste derartige Verwechselung ist aus Rawitsch bekannt geworden[1]) und hat dort im September 1913 zwei Personen das Leben gekostet; im Juli 1914 starben in Carlsruhe O.-S. infolge des gleichen, von einem Kindermädchen begangenen Irrtums zwei Töchter und ein Sohn eines Oppelner Fleischermeisters und ein kleines Mädchen aus dem genannten Ort. Es wäre zweckdienlich, wenn die ärztliche Fachpresse von diesen sich häufenden Fällen Notiz nehmen wollte, nachdem bereits, wie die Addition der hier angeführten Fälle ergibt, nachweislich mindestens 18 Menschen durch diese neuartige Verwechselung, so fernliegend sie aus vielen Gründen dem Pilzkundigen auch erscheinen mag, ums Leben gekommen sind.

Eine andere Ursache hatte, wie schon angedeutet, die Erkrankung in der Familie des Maurers MARIAN KUCERA in Kostschin (Kreis Schroda). Dieser brachte am Abend des 5. Septembers aus einer Sandgrube, die mit Sträuchern, einigen Birken und Fichten bewachsen war, Pilze nach Haus. Sie wurden am folgenden Morgen von seiner Frau gereinigt, zunächst mit kaltem Wasser abgespült und um 11 Uhr vormittags „mit gekochtem Wasser gebrüht", eine halbe Stunde lang mit Schmalz und Zwiebeln geschmort und darauf unter Zugießen von warmem Wasser $2^1/_2$ Stunden

1) Diese Berichte, Jahrgang 1914, Band XXXII, Heft 1.

lang gekocht; das Kochwasser wurde nicht fortgeschüttet. Um 2 Uhr verspeisten die 39jährige Ehefrau ANTONIE K. und die drei Söhne WLADISLAUS (8 Jahre), KASIMIR (6 Jahre) und ROMAN (5 Jahre) einen Teil des bitterlich schmeckenden Gerichtes, dem noch Essig zugesetzt worden war. Der erst abends $8^1/_2$ Uhr heimkehrende Ehemann aß zunächst von diesem aufbewahrten Mittagessen und um 9 Uhr gemeinsam mit der Frau den inzwischen zum zweiten Mal mit Butter gebratenen Rest der Pilze. Er ging am 7. September zeitig zur Arbeit; im Laufe des Vormittags stellten sich Durchfall und Leibschmerzen bei ihm ein, er vermochte aber bei reichlichem Schnapsgenuß bis zum Abend auszuhalten. Unterdessen klagte zu Haus gegen 8 Uhr morgens der mittlere Sohn Kasimir über die gleichen Beschwerden; er bekam süße Milch zu trinken, brach sie aber wieder aus. Wladislaus, dem zunächst nichts von Unwohlsein anzumerken war, ging frühmorgens in den Unterricht und aß auch etwas zu Mittag, legte sich aber nachher ebenso wie Kasimir zu Bett; das Mittagessen brach er aus. Als letzter erkrankte der jüngste Bruder Roman; er ging ohne Abendmahlzeit schlafen und begann nach einiger Zeit ebenfalls zu erbrechen. Im übrigen verbrachten alle drei Knaben die weitere Nacht ziemlich gut und frei von Schmerzen. Am 8. September blieben sie krank im Bett liegen; Milch und Tee wurden sofort ausgebrochen. Gegen $7^1/_2$ Uhr abends gab ihnen der Arzt ein in einem halben Liter warmen Wassers aufgelöstes Eiweiß zu trinken und verschrieb eine Arznei, die bis $1^1/_2$ Uhr nachts aufgebraucht war; zwei Stunden später waren alle eingeschlafen. Gegen $5^1/_2$ Uhr morgens bekam der jüngste Knabe Krämpfe und „machte sehr mit der Brust“, worauf der Tod eintrat; unter den gleichen Erscheinungen starb dann um 10 Uhr der älteste Sohn Wladislaus und um $^3/_4$7 Uhr abends Kasimir.

Der Vater sandte von dem Fundort der Pilze acht Exemplare ein, die sich als Giftreizker zu erkennen gaben; immerhin waren einige Abweichungen von der gerade an Oertlichkeiten, wie der oben beschriebenen, häufig anzutreffenden *Lactaria torminosa* (Schaeff.) zu bemerken. Die Hüte zeigten einen in den Beschreibungen dieser Art meist nicht hervorgehobenen, auffälligen Gegensatz zwischen der dunkleren, schwach behaarten Mitte und der übrigen, zottig aufgelösten Oberfläche; die Zotten legten sich mehr oder minder deutlich zu dreieckigen Schuppen zusammen. Die Sporengröße war 10—11/8—9 μ (SCHROETER gibt 6,6—8/5—6, RICKEN 8—10/6—7 an). Am merkwürdigsten war bei den Pilzen eine schwache, grasgrüne Verfärbung der gedrückten oder ver-

letzten Lamellen. Einige Giftreizker aus der Umgegend Breslaus zeigten diese Merkmale nicht, und ihre Sporen maßen nur 6/5 μ. Es wäre nicht gerade ausgeschlossen, daß es sich bei den als „zottige Reizker“ oder „Birkenreizker“ bezeichneten und vielfach ohne Schaden verspeisten Pilzen um zwei auch in der Wirkung verschiedene Arten handelt; die zuletzt erwähnten Stücke würden zu *Lactaria cilicioides* (Fr.) stimmen, die auch die kleineren Sporen besitzt und bei Beachtung dieses Unterschiedes vielleicht häufiger nachzuweisen wäre als bisher.

KUCERA und seine Frau hatten die Pilze für Kurki, d. i. die polnische Bezeichnung für *Cantharellus cibarius*, gehalten. Pfifferlinge und Giftreizker sind ja in der Tat nicht erheblich unähnlicher als Grünreizker und Knollenblätterpilze! Andere Leute in Kostschin erklärten sie für Rydze (= *Lactaria deliciosa*) bzw. für die unechte Sorte, genannt Wełnionki (= *Lact. torminosa*). Auch Rydz wird im Sinne von Wełnionka gebraucht, wie gleichfalls Herr Dr. E. HANISCH festzustellen die Freundlichkeit hatte. Erwähnt sei noch, daß Frau KUCERA aussagte, beim Zerschneiden sei aus den Pilzen „Wasser, welches wie Milch aussah,“ hervorgekommen.

Teilstücke mehrerer Exemplare der eingesandten Reizker wurden einem Meerschweinchen (Männchen von 270 g) eingefüttert. Es fraß die feingeschnittenen Pilze unter zunehmenden Äußerungen des Unbehagens, so daß der Versuch mehrmals unterbrochen werden mußte. Schließlich erbrach das Tier unter sichtlicher Anstrengung einen geringen Teil des Speisebreies; es behielt aber eine Pilzmenge, die gerade 3 v. H. seines Körpergewichtes ausmachte, dauernd bei sich. Die auf die Fütterung folgende Stunde verbrachte es in offenbar krankem Zustand unter zeitweiligen Brech- und anschließenden eifrigen Kaubewegungen. Danach nahm es wieder etwas von dem gewohnten Futter zu sich, fraß während der folgenden Nacht bei unveränderter Kotabscheidung ziemlich viel und hatte 15 Stunden nach Beginn des Versuches das Ausgangsgewicht überschritten, also keinerlei nachhaltige Schädigung durch die — allerdings mindestens 50 Stunden zuvor gepflückten — Giftreizker erlitten.

Der Fall hat eine so ausführliche Besprechung erfahren, weil in der mykologischen und medizinischen Literatur der Giftreizker überwiegend für mehr oder minder ungefährlich gilt. ERBEN [1]) hebt beispielsweise hervor, daß letale Vergiftungen durch Lactarien

1) Handbuch der ärztlichen Sachverständigen-Tätigkeit, VII. Band, erster Teil, zweite Hälfte im Abschnitt „Giftige Speiseschwämme“. 1910.

noch nicht vorgekommen seien; indessen hatte schon 1901 GOLDMAN[1]) einen solchen Fall, bei dem drei Personen starben, veröffentlicht. Neuerdings wird dieser Pilz, ähnlich wie andere scharfe Reizker, als eßbar hingestellt, wenn man ihn vor der Zubereitung einige Minuten gekocht hat. Nach dieser Richtung hin hat Frau KUCERA jedenfalls das Möglichste geleistet; wenn eine Wirkung des langen Kochens ihrer Pilze zu erkennen ist, so wäre es die auffallende Verzögerung des Ausbruches der Krankheit.

---

1) Über Vergiftungen mit dem Giftpilze *Agaricus torminosus*. Wiener klin. Wochenschrift, 1901, Nr. 12. Mitgeteilt in Virchows Jahresbericht, 1901, I., S. 618.

Sitzung vom 30. Dezember 1915.

Vorsitzender: Herr J. BEHRENS.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren

Kießling, Dr. **L.**, Professor, Vorsteher der Kgl. Bayerischen Saatzuchtanstalt in **Weihenstephan** bei Freising (durch L. WITTMACK und J. BEHRENS),

Leick, Dr. **Erich**, Professor der Botanik an der Kaiserl. osmanischen Universität in **Konstantinopel** (durch F. SCHÜTT und R. KOLKWITZ) und Frau

Leick, Dr. **Marie** (geb. Schultz), in **Konstantinopel** (durch F. SCHÜTT und R. KOLKWITZ).

Zum ordentlichen Mitgliede wird ernannt Herr

v. Büren, Dr. **Günther** in **Bern**.

Der Vorsitzende teilt das Ergebnis der nach § 22 der Satzungen erfolgten Wahl des Präsidenten, seines Stellvertreters und der Ausschußmitglieder für das Jahr 1916 mit. Sämtliche von der Kommission vorgeschlagenen Herren sind gewählt worden.

Im Ganzen waren 198 gültige Stimmzettel eingegangen, die durch Herrn P. CLAUSSEN und den Sekretär geöffnet und gezählt wurden. Auf die einzelnen Herren entfielen 195—190 Stimmen.

Ergebnis der Wahl:

Präsident: **J. Reinke**-Kiel.

Stellvertreter des Präsidenten: **H. Winkler**-Hamburg.

Ausschuß:

A. ZAHLBRUCKNER-Wien.
H. KLEBAHN-Hamburg.
C. MEZ-Königsberg.
K. GIESENHAGEN-München.
H. FITTING-Bonn.
K. FRITSCH-Graz.
E. RÜBEL-Zürich.
G. BITTER-Bremen.
F. ROSEN-Breslau.
W. RUHLAND-Halle a. S.
F. TOBLER-Münster.
H. KNIEP-Würzburg.
M. RIKLI-Zürich.
R. v. WETTSTEIN-Wien.
P. KUCKUCK-Helgoland.

Herr A. BLOCHWITZ legte am Schluß der Sitzung einige mikroskopische Präparate, Längsschnitte durch Belt'sche Körperchen von *Acacia sphaerocephala* vor, die, von den Reservestoffen befreit, den anatomischen Bau übersichtlich erkennen ließen.

Mitteilungen.

53. Erich Leick: Die Erwärmungstypen der Araceen und ihre blütenbiologische Deutung.

(Eingegangen am 16. Dezember 1915.)

Die ersten Untersuchungen über pflanzliche Eigenwärme stammen aus dem Jahre 1775[1]). Erhöhte Temperaturen an Araceenblütenständen wurden zuerst 1777 von LAMARCK[2]) festgestellt. Bis in die neueste Zeit hinein sind zahlreiche Beobachtungen bekannt geworden, aus denen sich mit Sicherheit ergibt, daß die physiologische Oxydation in der Pflanze stets mit einer positiven Wärmetönung verknüpft ist. Die flächenhafte Ausbreitung des Pflanzenkörpers und die ununterbrochen sich vollziehende Transpiration — stomatäre wie cuticuläre — bringen es aber mit sich, daß in den meisten Fällen die Wärmeproduktion gar nicht unmittelbar in die Erscheinung tritt. Ja, in der Regel sind die pflanzlichen Gewebe — infolge des starken Wärmeverlustes durch die Wasserverdunstung — sogar niedriger temperiert als die sie umspülende Luft. Den pflanzlichen Organismen fehlt ausnahmslos die Fähigkeit der selbsttätigen Wärmeregulation. Sie verhalten sich vielmehr genau wie die poikilothermen Tiere. Verringert man die Oberfläche durch Zusammenhäufen zahlreicher Individuen, und drückt man gleichzeitig die Transpiration durch Sättigung der Atmosphäre mit Wasserdampf herab, so läßt sich die Wärmestauung in den meisten Fällen leicht nachweisen[3]). Nur

1) Über die unter völlig irrigen Voraussetzungen vorgenommenen Untersuchungen JOHN HUNTERS habe ich in früheren Arbeiten eingehend berichtet. — Vergl. E. LEICK: Über das thermische Verhalten der Vegetationsorgane. Mitteil. d. naturwiss. Vereins für Neuvorpommern u. Rügen. 43. Jahrg. 1911. — E. LEICK: Über den Temperaturzustand verholzter Achsenorgane. Mitteil. d. naturwiss. Vereins f. Neuvorpommern u. Rügen. 44. Jahrg. 1912.

2) J. B. DE LAMARCK: Flore française. Bd. 3, 1778, p. 538. — J. B. DE LAMARCK: Encyclopédie méthodique. Botanique. Bd. 3, Paris 1789, p. 9. Die Untersuchungen wurden zuerst an den Blütenständen von *Arum italicum*, später auch an den Blütenständen von *Arum maculatum* ausgeführt.

3) Vergl. H. R. GÖPPERT: Über Wärmeentwicklung in der lebenden Pflanze. Ein Vortrag. Wien 1832. — HANS MOLISCH: Über hochgradige Erwärmung lebender Laubblätter. Botan. Ztg. Bd. 66, 1908, I. Abt., p. 211—238.

bei wenigen Pflanzen ist es bisher gelungen, auch unter normalen Verhältnissen eine nennenswerte Eigenwärme, d. h. also eine durch die Lebensvorgänge bedingte Erhöhung der Körpertemperatur über die der Umgebung festzustellen. Es handelt sich dabei ausschließlich um Blütenstände und Einzelblüten. Ganz besonders ist eine Pflanzenfamilie durch überraschend hohe Blütentemperaturen ausgezeichnet; das sind die Araceen, mit denen wir uns hier näher beschäftigen wollen. Vorher seien aber noch ganz kurz die übrigen Fälle aufgezählt, in denen eine meßbare Eigenwärme beobachtet werden konnte[1]).

I. Blütenstände.

1. Scitamineen: BORY D. ST. VINCENT, 1804.
2. Pandanaceen: BORY D. ST. VINCENT, 1804. — GREGOR KRAUS, 1894 (1896).
3. Cycadeen: J. E. TEYSMAN, 1849—50. — JULES POISSON, 1878 — GREGOR KRAUS, 1894 (1896).
4. Palmen: MARTIUS, 1831. — GREGOR KRAUS, 1894 (1896).

II. Einzelblüten.

1. *Victoria regia*: LEHMANN, 1852. — ROBERT CASPARY, 1854 u. 1855. — EDUARD KNOCH, 1899.
2. *Nelumbo nucifera*: K. MIYAKE, 1898.
3. *Nymphaea alba* u. *N. blanda*: EDUARD KNOCH, 1899.
4. *Cucurbita melo-pepo*, *C. pepo*, *Bignonia radicans* und *Polyanthes tuberosa*: THÉODORE DE SAUSSURE, 1822.
5. *Cactus grandiflorus* u. *Pancratium maritimum*: CARL HEINRICH SCHULTZ, 1828.
6. *Rosa centifolia* (Knospe), *Papaver somniferum* (Knospe) u. *Paeonia officinalis* (Knospe): H. J. DUTROCHET, 1840.
7. *Cereus grandiflorus* u. *C. pteranthus*: ERICH LEICK 1902—1904.

Es sei aber gleich darauf verwiesen, daß nur bei Cycadeen, Palmen und bei *Victoria regia* ähnlich hohe Eigenwärmegrade gemessen wurden wie bei den Araceen. Dieser Pflanzenfamilie wenden wir jetzt unsere Aufmerksamkeit zu. Seit der Entdeckung des Wärmephänomens durch LAMARCK sind im Laufe der Jahre zahlreiche Wärmemessungen an Vertretern der genannten Familie teils mit positivem, teils mit negativem Erfolge vorgenommen

1) Ich verweise auf meine im Druck befindliche umfangreiche Arbeit: „Studien über Wärmeentwicklung bei Blütenständen und Einzelblüten (mit Ausschluß der Araceenblütenstände)". Da in dieser Arbeit eingehende Literaturangaben enthalten sind, begnüge ich mich hier mit der Aufzählung der Autoren.

worden. Auf eine kritische Zusammenstellung der umfangreichen in Frage kommenden Literatur kann ich hier verzichten, da ich mich in zwei Arbeiten eingehend mit ihr beschäftigt habe[1]). An dieser Stelle mag eine kurze chronologische Übersicht über die in Betracht zu ziehenden Untersuchungen genügen[2]). Die beigefügten + und — Zeichen deuten an, ob Eigenwärme gefunden wurde oder nicht.

Araceenblütenstände.

1. J. B. DE LAMARCK: *A. italicum* (1777) +, *A. maculatum* (nach 1778) +;
2. C. C. GMELIN: *A. italicum* (c. 1790—1808) +;
3. JEAN SENEBIER: *A. maculatum* (1795; 1800) +;
4. R. DESFONTAINES: *A. maculatum* (1800) +, *A. Dracunculus* (1800) +, *A. italicum* (1800) +;
5. BORY D. ST. VINCENT: *Colocasia odora* (1804) +, *A. esculentum* (1804) +;
6. JOH. JAC. BERNHARDI: *A. maculatum* (1805) +;
7. J. H. SCHULTES: *A. maculatum* (1809—1819) +;
9. THÉODORE DE SAUSSURE; *A. italicum* (1810—1822) —, *A. maculatum* (1810—1822) +, *A. Dracunculus* (1810—1822) +;
10. J. F. SMITH: *A. maculatum* (c. 1819) —;
11. A. BERTOLONI: *A. maculatum* (1827) +;
12. CARL HEINRICH SCHULTZ: *Philodendron pinnatifidum* (1828) +;
13. DUNAL: *A. italicum* (1829) +;
14. L. C. TREVIRANUS; *A. divaricatum* (1829) ±, *A. Dracunculus* (1829) ±, *A. fornicatum* (1829) ±, *A. pedatum* (1829) ±, *A. sagitifolium* (1829) ±, *A. trifoliatum* (1829) ±, *Caladium bicolor* (1829) ±, *C. viviparum* (1829) ±, *Calla aethiopica* (1829) ±, *Pothos cordifolia* (1829) ±, *P. crassinervis* (1829) ±, *P. digitata* (1829) ±, *P. lanceolata* (1829) ±, *P. violacea* (1829) ±;
15. H. R. GÖPPERT: *A. pedatum* (1830) —, *A. brasilicum* (1830) —, *A. divaricatum* (1830) —, *A. pictum* (1830) —, *A. orixense* (1830) —, *A. fornicatum* (1830) —, *Calla aethiopica* (1830) —, *Caladium tripartitum* (1830) —, *C. helleborifolium* (1830) —, *Pothos crassinervis* (1830) —, *P. digitata* (1830) —, *P. lanceolata* (1830) —,

1) Vergl. ERICH LEICK: Untersuchungen über die Blütenwärme der Araceen. Greifswald 1910. — ERICH LEICK: Beiträge zum Wärmephänomen der Araceenblütenstände. I. Teil. Mitteil. d. naturwiss Vereins f. Neuvorpommern u. Rügen. Jahrg. 45. 1913. — Der II. Teil ist augenblicklich im Druck!

2) Eine ähnliche Übersicht findet sich auch in meiner Arbeit: „Die Temperatursteigerung der Araceen als blütenbiologische Anpassung" Festschrift des Gymnasiums zu Greifswald. 1911. p. 121—189.

P. violacea (1830) —, *Orontium japonicum* (1830) —, *A. Dracunculus* (1832) +;

16. A. P. DE CANDOLLE: *A. italicum* (1832) +;
17. ADOLF BRONGNIART: *Colocasia odora* (1834) +;
18. G. VROLIK u. W. H. DE VRIESE: *Colocasia odora* (1836, 1839 u. 1840) +, *A. italicum* (1839 u. 1840) +, *A. Dracunculus* (1839 u. 1840) +;
19. RAISPAIL: *Colocasia odora* (1837) +;
20. A. VAN BEEK u. C. A. BERGSMA: *Colocasia odora* (1838) +;
21. H. J. DUTROCHET: *A. maculatum* (1840) +;
22. CARL FRIEDRICH GÄRTNER: *Calla aethiopica* (1839—1844) +, *A. maculatum* (1839—1844) +;
23. L. GARREAU: *A. italicum* (1851) +;
24. J. ROMER: *Philodenaron pinnatifidum* (1858, veröff. 1870) +;
25. JUL. v. SACHS: *A. maculatum* (1865) +;
26. EUG. WARMING: *Philodendron bipinnatifidum* (1867) +;
27. OSKAR HOPPE: *Colocasia odora* (1879) +;
28. JAKOB ERIKSSON: *A. maculatum* (1881) +;
29. ARCANGELI: *A. italicum* (1883) +, *Sauromatum guttatum* (1883) +;
30. GREGOR KRAUS: *A. italicum* (1883 u. 1885) +, *A. maculatum* (1885) +, *Sauromatum guttatum* (1885) +, *Philodendron macrophyllum* (1885 u. 1896) +, *Ph. albovaginatum* (1885) +, *Anthurium acaule* (1885) —, *Monstera Lennea* (1885) —, *Calla aethiopica* (1885) —, *Schismatoglottis latifolia* (1896) +, *Alocasia Veitchii* (1896) +, *Philodendron melanochrysum* (1896) +, *Ph. pinnatifidum* (1896) +;
31. ERICH LEICK: *Monstera deliciosa* (1904, veröff. 1910) +.

Bei der kritischen Verarbeitung des vorliegenden Zahlenmateriales muß streng darauf geachtet werden, unter welchen äußeren Bedingungen die Beobachtungen stattfanden, welche Wärmemeßmethoden angewendet wurden, und welche möglichen Fehlerquellen zu berücksichtigen sind. Ganz im allgemeinen ist zu sagen, daß das thermometrische Meßverfahren ebenso wie das thermoelektrische nur relative Werte für die tatsächliche Wärmeentbindung zu liefern vermag. Von größter Bedeutung ist ferner die Außentemperatur, bei der die Untersuchung stattfand. Schwankungen in der Luftwärme haben notwendig eine mehr oder weniger erhebliche Verzögerung des Temperaturausgleiches zwischen dem Bläteninnern und der Umgebung zur Folge. Auf diese Weise können Temperaturdifferenzen entstehen, die mit den physiologischen Vorgängen in den lebenden Zellen nichts zu tun haben, die abe

so ansehnlich sind, daß sie den wahren Verlauf der Eigenwärmekurve verzerren oder sogar völlig verschleiern. Die älteren Beobachter haben leider in den seltensten Fällen diese maßgebenden physikalischen Verhältnisse genügend in Rechnung gezogen. Weiter muß bei dem Vergleich der verschiedenen Beobachtungsreihen berücksichtigt werden, daß bei erhöhter Außentemperatur auch eine lebhaftere oxydative Atmung stattfindet, die ihrerseits wiederum die Höhe des Temperaturüberschusses bedingt. Schließlich ist noch in Betracht zu ziehen, in welcher Region des Blütenstandes die Messung erfolgte, und in welchem Entwicklungsstadium sich diese gerade befand. In sehr vielen Fällen erforderten die Versuchsbedingungen ein Abtrennen der Infloreszenz. Es bedarf kaum eines Hinweises, daß dadurch eine neue Fehlerquelle geschaffen ist.

Wir gehen jetzt dazu über, uns unter sorgfältiger Berücksichtigung der eben näher ausgeführten Gesichtspunkte einen Überblick über die bisherigen Versuchsergebnisse zu verschaffen. Etwa folgende Leitsätze lassen sich aufstellen[1]):

1. Die Infloreszenzen einer großen Zahl von Araceenspecies weisen während der Zeit der vollen Entwicklung eine oft recht beträchtliche Temperaturerhöhung auf.

2. Der Eigenwärmeverlauf ist zwar einerseits von individuellen und äußeren Verhältnissen abhängig, zeigt aber andererseits bei jeder Species eine mehr oder weniger charakteristische Periodizität.

3. Bei den nicht mit einem nackten Appendix versehenen Araceen tritt die tägliche Periode besonders deutlich hervor. Die Erwärmungskurven zeigen 2 (bei *Arum*- und *Philodendron*-Arten!) bis 5 (bei *Colocasia*!) aufeinander folgende Maxima. Bei den mit Appendix ausgestatteten Arten ist das erste Maximum am beträchtlichsten, bei den übrigen Arten dagegen das zweite Maximum.

4. Bei *Monstera deliciosa* und *Philodendron pinnatifidum* ist der Kolbengipfel meist nur wenig höher temperiert als der mittlere Teil des Kolbens. Ja, bei beiden Arten kommt es vor, daß zeitweise die Kolbenmitte den Kolbengipfel um ein geringes an Eigenwärme übertrifft. Bei *Colocasia odora* scheinen nur zu Beginn der Erwärmung die unter dem Gipfel stehenden, normalen männlichen Blüten etwas wärmer als der terminale, mit Staminodien bedeckte Teil zu sein. Jedenfalls erweist sich dieser schon nach kurzer

---

1) Vergl. meine Arbeit: „Untersuchungen über die Blütenwärme der Araceen". Greifswald 1910, p. 42—47 u. p. 51—53.

Zeit als der Hauptsitz der Wärmeentbindung. Bei den *Arum-* (und *Sauromatum-*) Arten, bei denen das obere Kolbenende zu einem Appendix umgestaltet ist, werden die höchsten Eigenwärmegrade ausschließlich in diesem Appendix gemessen.

5. Der maximale Temperaturüberschuss zeigt nicht nur bei den verschiedenen Arten einen verschiedenen Betrag, sondern schwankt auch bei derselben Art je nach Lufttemperatur, Entwicklungszustand und Versuchsanordnung. Einige Höchstwerte führe ich hier an:

Monstera deliciosa: 10,3 °; 17,52 ° (Thermonadel!); 12,9 °; (E. LEICK).

Philodendron pinnatifidum: 5 ° (C. H. SCHULTZ); 15,2 ° (J. ROMER); 8,9 ° (G. KRAUS).

Colocasia odora: 3,2 ° (O. HOPPE); 10,0 °; 10,9 ° (G. VROLIK und W. H. DE VRIESE); 11,0 ° (A. BRONGNIART); 22,0 ° (Thermonadel! — A. VAN BEEK u. C. A. BERGSMA); 31,25 ° (5 Kolben um ein Thermometer! — BORY D. ST. VINCENT).

Arum italicum: 10,2 ° (L. GARREAU); 17,6 °; 35,9 ° (5 Kolben mit einem Tuche bedeckt! — G. KRAUS).

Arum maculatum: 9 ° (J. SENEBIER); 16,5 ° (100 Appendices zusammen! — J. ERIKSSON).

Arum Dracunculus: 14,0 ° (H. R. GÖPPERT).

6. Der Zeitpunkt der maximalen Erwärmung ist zwar nicht unbedeutenden Schwankungen unterworfen, läßt aber trotzdem für jede Art eine gewisse Stetigkeit erkennen. Die Höchsttemperaturen pflegen sich bei *Monstera deliciosa* gegen Mittag oder in den Frühnachmittagstunden einzustellen, bei *Philodendron pinnatifidum* in den späten Abendstunden, bei *Colocasia odora* in den Mittag- und Nachmittagstunden, bei *Arum italicum* und *A. maculatum* schließlich in den Spätnachmittag- und Abendstunden.

7. Mit Ausnahme von *Monstera deliciosa* zeigen alle untersuchten Araceenblütenstände an ihrer Basis sehr viel geringere Eigenwärmegrade als in den höher gelegenen Kolbenregionen. Die höchsten Temperaturen weisen die nackten Appendices (*Arum-* u. *Sauromatum-*Arten) und die Staminodialteile (*Colocasia odora*) auf, dann folgen die normalen männlichen Blüten und schließlich die an der Basis stehenden, weiblichen Blüten.

8. Ohne Ausnahme tritt das erste Eigenwärmemaximum vo[r] der Öffnung der Antheren auf. Bei *Monstera deliciosa* und *Philo*-*dendron pinnatifidum* fällt das zweite, also das ansehnlichste Maximu[m] zeitlich und örtlich ungefähr mit der Pollenemission zusamme[n]. Anders bei *Colocasia odora* und den *Arum*-Arten! Bei der erstge-nannten Pflanze ist zur Zeit der Thekenöffnung der Kolbengipf[el] am wärmsten, bei den *Arum*-Arten dagegen ist zur Zeit der Staub

beutelreife das Hauptmaximum längst vorüber. Nur ein unbedeutendes, zweites Maximum macht sich in der Antherenzone geltend.

9. Die Wärmeproduktion erweist sich als unmittelbare Folge der physiologischen Oxydation. Wird die Luftzufuhr abgeschnitten oder der Blütenkolben in ein irrespirables Gas gebracht, so verschwindet die Eigenwärme beinahe momentan. In reiner Sauerstoffatmosphäre erreichen die Temperaturüberschüsse einen höheren Betrag, halten dafür aber auch nur kürzere Zeit an. Die Teile des Kolbens, die sich am stärksten erwärmen, sind durch den lebhaftesten Sauerstoffkonsum ausgezeichnet.

10. Der Rindenmantel des Kolbens ist durchweg wärmer als die tiefer gelegenen Kolbenteile. Der anatomische Befund lehrt, daß gerade dieser Rindenmantel besonders reich an Reservestärke ist. Nach der Erwärmung ist der größte Teil der Stärke verschwunden. Nach den Erfahrungen von GREGOR KRAUS können in wenigen Stunden bis zu 75 % der Trockensubstanz veratmet werden.

Überblicken wir das gesamte vorliegende Tatsachenmaterial, so finden wir, daß sich nach Ausmerzung mancher falschen oder zum mindesten sehr unsicheren Angaben 4 verschiedene Erwärmungstypen der Araceen aufstellen lassen. Diese 4 Typen will ich hier in aller Kürze charakterisieren.

1. Der *Monstera*-Typus.

(Untersuchungen von E. LEICK 1910.)

Dieser Typus ist dadurch gekennzeichnet, daß die Erwärmung keine ausgeprägte Lokalisation aufweist, sondern dem ganzen Blütenstande in ungefähr gleichem Maße zukommt. Mit der Öffnung der Spatha, die in der Regel am Vormittage erfolgt, beginnt auch die Wärmeproduktion. Im Gegensatze zum *Arum*-Typus sind im Anfangsstadium Kolbenmitte und Kolbenbasis wärmer als der Kolbengipfel.[1]) Das Maximum des ersten Blütetages wird in den Nachmittagstunden ungefähr in der Mitte des Blütenstandes gemessen und beträgt 1,5° — 3,0°. Gegen Abend nimmt die Erwärmung ab und verschwindet langsam während der Nacht. Der zweite Blütetag bringt eine neue Temperaturerhöhung, die anfänglich wieder in dem mittleren und unteren Teile des Blütenstandes hervortritt, dann aber nach und nach auf den Kolbengipfel übergeht und hier während der Vormittagstunden oder am Frühnachmittage ihren höchsten Betrag erreicht. Aber auch jetzt gewinnt das obere

1) z. B. Kolbengipfel: 1,7°; Kolbenmitte: 1,9°; Kolbenbasis: 1,84°.

Kolbenende keinen erheblichen Vorsprung.[1]) Ungefähr zur Zeit dieses zweiten, ansehnlichsten Maximums öffnen sich die Staubbeutel und streuen den Blütenstaub aus. Nach Überschreiten des Höhepunktes erfolgt eine rasche Abnahme der Wärmeproduktion. Während der Nacht zeigt der Blütenstand ungefähr die Temperatur seiner Umgebung. Der dritte Blütetag bringt zum dritten Male *ein Ansteigen der Eigenwärmekurve. Das dritte Maximum* wird am Nachmittage erreicht und hat seinen Sitz abermals im Kolbengipfel, der aber wiederum nur wenig wärmer wird als die tiefer gelegenen Teile.[2]) Dieses dritte Maximum ist viel geringer als das zweite und schwankt zwischen 3 ° und 6 °. Nunmehr beginnt die Eigenwärme langsam zu schwinden und kehrt auch an dem folgenden Tage nicht mehr wieder.

II. Der *Philodendron*-Typus.

(Untersuchungen von CARL HEINRICH SCHULTZ 1828, J. ROMER 1870, E. WARMING 1867, G. KRAUS 1895 und 1896.)

Der Verlauf der Erwärmung entspricht in manchen Punkten dem *Monstera*-Typus. Der wichtigste Unterschied besteht darin, daß Mitte und Gipfel des Kolbens sich von Anfang an ganz erheblich stärker erwärmen als der basale, mit den weiblichen Blüten bedeckte Kolbenteil. Außerdem treten hier nur zwei Maxi*ma an zwei aufeinander folgenden Tagen ein, die* ihrem Betrage nach nicht sehr verschieden sind. Wie bei *Monstera* setzt die Temperaturerhöhung mit der Erschließung des Blütenstandes ein. In der Regel öffnet sich die Spatha im Laufe des Nachmittags. Die beiden Maxima werden erst in den späten Abendstunden beobachtet. Die Intensität der Erwärmung scheint — soweit die bisherigen Erfahrungen reichen — nicht wesentlich anders zu sein als bei *Monstera*. Ebenso wie bei der letztgenannten Pflanze ist auch bei *Philodendron* das zweite Maximum das ansehnlichste und fällt zeitlich ungefähr mit der *Pollenemission zusammen*. Nach Überschreitung des zweiten Maximums klingt die Eigenwärme angsam aus.

III. Der *Colocasia*-Typus.

(Untersuchungen von BORY D. ST. VINCENT 1804, A. BRONGNIART 1834, G. VROLIK und W. H. DE VRIESE 1836, 1839 u. 1840, RAISPAIL 1837, A. VAN BEEK u. C. A. BERGSMA 1838, O. HOPPE 1879.)

Dieser Typus zeigt ganz erhebliche Abweichungen von den beiden vorher besprochenen. Die Erwärmungskurve weist 3 bis 5

1) z. B. Kolbengipfel: 12,9 °; Kolbenmitte: 12,0 °; Kolbenbasis: 11,6 °.

2) z. B. Kolbengipfel: 3,4 °; Kolbenmitte: 2,9 °; Kolbenbasis: 2,7 °.

aufeinander folgende Anstiege auf, von denen meist der zweite am beträchtlichsten ausfällt. Zum ersten Male tritt aber bei *Colocasia* ein außerordentlich wichtiges Moment in die Erscheinung: die Haupterwärmung hat ihren Sitz in einem Teile des Blütenstandes, der seiner Sexualtätigkeit beraubt ist, nämlich in dem mit Staminodien bedeckten Kolbengipfel. Im Anfangsstadium ist auch hier die nach der Mitte zu gelegene Antherenzone am wärmsten. Später aber verschiebt sich das Maximum nach aufwärts. Die mit normalen weiblichen Blüten bedeckte Kolbenbasis ist — im Gegensatz zum oberen Kolbenende — nur noch sehr wenig wärmer als ihre Umgebung. *Zeitlich stimmen die Höchsttemperaturen ungefähr mit* denen von *Monstera* überein, d. h. sie fallen in die Mittag- oder Frühnachmittagstunden. Die Reifung der Antheren ist am 2. oder 3. Tage vollendet. Die Zahl der täglichen Perioden sowie die Höhe der Maxima scheinen hier besonders stark von der Temperatur der Umgebung abhängig zu sein. Verringerung der Luftwärme hat ein Herabdrücken der Höchstwerte und eine Vermehrung der schrittweise nachlassenden Tagesamplituden zur Folge. Die Eigenwärme erreicht unter günstigen Außenverhältnissen einen recht hohen Betrag.

IV. Der *Arum*-Typus.

(Untersuchungen von J. B. DE LAMARCK 1777, C. C. GMELIN 1808, J. SENEBIER 1800, R. DESFONTAINES 1800, J. J. BERNHARDI 1805, J. H. SCHULTES 1819, TH. DE SAUSSURE 1822 u. 1833, J. F. SMITH 1819, A. BERTOLONI 1827, DUNAL 1829, L. C. TREVIRANUS 1829, H. R. GÖPPERT 1830 u. 1832, A. P. DE CANDOLLE 1832, G. VROLIK und W. H. DE VRIESE 1839 u. 1840, H. J. DUTROCHET 1840, L. GARREAU 1851, J. V. SACHS 1865, J. ERIKSSON 1881, ARCANGELI 1883, GREGOR KRAUS 1883, 1885 u. 1896).

Das thermische Verhalten der *Arum*-Infloreszenzen stimmt mit dem der *Sauromatum*-Arten genau überein. Diese sind also auch zum *Arum*-Typus zu rechnen. Wie beim *Colocasia*-Typus ist auch hier der Haupterwärmungsherd nicht mehr innerhalb des *normalen Sexualapparates zu suchen: der nackte Appendix ist zum* Thermophor geworden. Zum Unterschied von *Colocasia* zeigt sich die Temperatursteigerung gleich von Anfang an in dem sterilen Kolbengipfel und erreicht hier schon am ersten Tage ihren höchsten Betrag. Zur Zeit dieses Hauptmaximums sind die Staubbeutel noch fest geschlossen. *Auf diese erste* Temperatursteigerung folgt — wie beim *Philodendron*-Typus — nur noch eine zweite am folgenden Tage. *Diese ist aber* nicht nur viel geringer, sondern auch nach

Zeit und Ort vom ersten Maximum verschieden. Während der Appendix sich gleich nach der Öffnung der Spatha stark erwärmt und am Abend seine Höchsttemperatur erreicht, findet das zweite Maximum am nächsten Vormittage statt. Es hat seinen Sitz in der Antherenzone, ist dem ersten Maximum gegenüber nur unbedeutend und fällt zeitlich ungefähr mit der Reifung der Staubbeutel zusammen. Nach Überwindung der zweiten Kulmination sinkt die Eigenwärmekurve schnell ab. Die erreichten Eigenwärmegrade stehen denen der *Colocasia* nicht nach.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die überraschend hohen Eigenwärmegrade der Araceen nicht als eine normale Begleiterscheinung der in jeder Pflanze sich vollziehenden oxydativen Atmung angesehen werden können. Soweit unsere bisherigen Erfahrungen reichen, haben wir in der unvermeidlichen positiven Wärmetönung der Pflanzenatmung geradezu einen Energieverlust zu erblicken. So sagt z. B. W. PFEFFER[1]): „Die Wärmeproduktion ist also bei den Pflanzen nicht Selbstzweck, sondern nur eine Begleiterscheinung der Zertrümmerungen im Betriebsstoffwechsel, die derart sind und auch wohl derart sein müssen, daß bei ihrer Realisierung chemische Energie in Wärme transformiert wird.“ Es würde jeglicher Oekonomie des Organismus widersprechen, wenn um nichts und wieder nichts ein sehr erheblicher Teil des Reservematerials in kürzester Zeit der Oxydation anheimfiele. Wir müssen uns daher die Frage vorlegen: welche Bedeutung kann die zeitweise gesteigerte Wärmeproduktion für die Lebenserhaltung der betreffenden Pflanzen haben? Bevor wir diese Frage beantworten, wollen wir zusehen, wie sich die früheren Forscher mit dem Problem abgefunden haben.

Da die Wärmeproduktion nur bei Blüten beobachtet wurde, so war man anfänglich geneigt, den Befruchtungsvorgang als die eigentliche Ursache der auffälligen Erscheinung anzusehen. Die mangelhafte Vorstellung, die man früher vom Wesen der Befruchtung hatte, leistete dieser von LAMARCK[2]), TH. DE SAUSSURE[3]),

1) W. PFEFFER: Handb. d. Pflanzenphysiologie. 2. Aufl., 2. Bd., 1904, p. 831. — Vgl. auch LUDWIG JOST: *Vorlesungen über Pflanzenphysiologie.* 1908, p. 291. — A. PÜTTER: Vergleichende Physiologie. 1911, p. 494. — E. LEICK: Über das thermische Verhalten d. Vegetationsorgane. Mitteil. d. naturwiss. Vereins f. Neuvorpommern u. Rügen. 43. Jahrg. 1911.

2) J. B. DE LAMARCK: Encyclopédie méthodique. Botanique. Bd. 3, Paris 1789, p. 9.

3) TH. DE SAUSSURE: Ann. de chim. et de phys. par Gay-Lussac et Arago. *Bd. 21 (3), 1822, p. 286.*

A. BRONGNIART[1]) und C. FR. GÄRTNER[2]) vertretenen Anschauung Vorschub. Wir brauchen uns nur die Tatsache zu vergegenwärtigen, daß bei den meisten Wärme entwickelnden Araceen die weiblichen Organe von allen Teilen des Blütenstandes die niedrigste Temperatur aufweisen, um einzusehen, daß die eben geschilderte Vermutung unzutreffend ist. Auch die von DUTROCHET[3]) und manchen anderen vertretene Meinung, die Reifung des Pollens und die Sprengung der Theken könnte für das Zustandekommen der erhöhten Temperatur verantwortlich gemacht werden, läßt sich nicht aufrecht erhalten. Es genügt, darauf hinzuweisen, daß bei der *Colocasia odora* und den *Arum*-Arten sich gerade die sterilen Teile des Blütenstandes am stärksten erwärmen. Hier fallen auch Eigenwärmemaximum und Pollenemission keineswegs zusammen. Schließlich sei noch eine von H. F. LINK[4]) vertretene Hypothese angeführt, nach der die Wärmeerzeugung mit der Bildung der Geruchsstoffe im Zusammenhange stehen soll. Wenn wir aber in Betracht ziehen, daß manche Araceen — wie z. B. *Monstera deliciosa* — trotz ansehnlicher Temperatursteigerung nur schwach duften, andere dagegen, die der Erwärmung völlig entbehren, sich durch ihren Duft weithin bemerkbar machen, so müssen wir auch diesen Deutungsversuch zurückweisen.

Eine den Tatsachen in weitestgehendem Maße entsprechende Erklärung des Wärmephänomens gewinnen wir, wenn wir die Erwärmung im engsten Zusammenhange mit dem jeweiligen Blütenbau als eine blütenbiologische Anpassungserscheinung zu deuten suchen. Es sei gleich hier erwähnt, daß ein umfangreiches, in der Heimat der betreffenden Pflanzen gesammeltes Beobachtungsmaterial vorliegen müßte, um einer solchen Hypothese eine gesicherte Grundlage zu verschaffen. Immerhin liefern die vorliegenden Versuche schon so viele wichtige Anhaltspunkte, daß die erwähnte Erklärungsmöglichkeit nicht mehr von der Hand zu weisen ist. Eingehende Studien nach dieser Richtung hin lagen bisher nur für *Arum italicum* vor. Ich habe dann auf Grund meiner

1) ADOLF BONGNIART: Mémoire sur la génération et le développement de l'embryon dans les végétaux phanérogames. Ann. d. sc. nat. Bd. 12 (1), 1827, p. 47.

2) CARL FRIEDRICH GÄRTNER: Versuche und Beobachtungen über die Befruchtungsorgane der vollkommeneren Gewächse und über die nat. und künstl. Befruchtung durch den eigenen Pollen. Stuttgart 1844, p. 154—210.

3) H. J. DUTROCHET: Recherches sur la chaleur propre des êtres vivants à basse température. Ann. d. sc. nat. (2). Bot. Bd. 13, 1840, p. 65—80.

4) H. F. LINK: Grundlehren der Anatomie und Physiologie der Gewächse. Göttingen, p. 229.

Untersuchungen an *Monstera deliciosa* den Versuch unternommen, die vier oben näher geschilderten Erwärmungs-Typen aufzustellen und sie als das Resultat einer schrittweis entwickelten Anpassung dem Verständnisse näher zu bringen. Bevor wir darauf eingehen, wollen wir zusehen, zu welchen Ergebnissen die Arbeiten von FEDERICO DELPINO[1]) und GREGOR KRAUS[2]) bei *Arum italicum* geführt haben. Wie die meisten Araceen ist auch *Arum italicum* ausgesprochen protogyn. Die Infloreszenz ist von einem tütenförmig zusammengefalteten Hochblatte, der Spatha, eingehüllt. Während die oberen $^2/_3$ der Spatha (der „fahnenartige" oder „vexilläre" Teil) weit geöffnet erscheinen, bildet das untere Drittel einen geschlossenen „Spathenkessel" und ist durch eine deutlich hervortretende Ringfurche gegen den oberen Teil abgegrenzt. Innerhalb des Hochblattes befindet sich der Spadix, der an seinem unteren, vom Spathenkessel umschlossenen Teile die Sexualorgane trägt. Das obere Ende des Spadix, das aus der geöffneten Blütenscheide hervorragt, ist zu einem keulenförmigen Gebilde, dem Appendix, umgestaltet und zeigt keine direkte Beziehung zum Sexualapparat. Dieser setzt sich folgendermaßen zusammen: an der Basis des Spadix normal ausgebildete, achlamydeische weibliche Blüten (Pistille oder Oxanien), dann nach oben zu abortierte weibliche Blüten (Parakarpidien), dann eine Zone normaler, achlamydeischer männlicher Blüten und schließlich mehrere Umläufe abortierter männlicher Blüten (Staminodien oder Parastemonen). Die obersten Staminodien sind borstenartig ausgebildet („Sperrhaare") und befinden sich genau in der Höhe der Ringfurche, so daß sie den Eingang zum Spathenkessel von oben her völlig verschließen. *Das Aufbrechen der Scheide erfolgt am späten Nachmittage.* Der Blütenstand ist zu dieser Zeit durch einen weithin wahrnehmbaren, urinösen Geruch ausgezeichnet. Die Staubbeutel sind noch fest geschlossen, aber die Pistille an der Kolbenbasis

1) FEDERICO DELPINO: Ulteriori osservazioni e considerazioni sulla dicogamia nel regno vegetale. Atti della società italiana di scienze naturali. Bd. **11** u. **12**. 1869. — FEDERICO DELPINO: Sugli apparecchi della fecondazione nelle piante autocarpe (Fanerogame). l. c. Bd. **16** u. **17**. Referat: F. HILDEBRAND: F. Delpinos weitere Beobachtungen über die Dichogamie im Pflanzenreich. Bot. Ztg. Bd. **28**. Leipzig 1870, p. 589—591.

2) GREGOR KRAUS: Sitzungsber. d. Naturforsch. Ges. zu Halle vom 23. Febr. 1884. (Vorläufige Mitteilung). — GREGOR KRAUS: Über die Blütenwärme bei *Arum italicum*. Abhandl. d. Naturforsch. Ges. zu Halle. Bd. **16**, 1883—1886. I. Teil: p. 37—76; 2. Teil: p. 259—358. — GREGOR KRAUS: Physiologisches aus den Tropen. III. Über Blütenwärme bei Cycadeen, Palmen und Araceen. Ann. du jardin bot. de Buitenzorg. Bd. **13**. 1896, p. 217—275.

weisen klebrige Papillen auf und sind empfängnisbereit. Bald stellen sich zahlreiche Blütengäste ein. Es sind dies fast ausschließlich kleine Dipteren, besonders Musciden und Tipuliden. Anflugsplatz ist der aus dem Hochblatte hervorragende Appendix. Die Tiere dringen dann — dem Geruche folgend — in das Innere der Infloreszenz ein. So gelangen sie bis zu den Sperrhaaren, die einem Drucke von oben her leicht nachgeben und so den pollenbringenden Gästen den Eintritt in den Spathenkessel gewähren. Damit sind die Bestäuber in eine natürliche Falle geraten, aus der sie sich durch eigene Kraft nicht befreien können; denn die Sperrhaare lassen sich nicht leicht aufwärts biegen. Meist tummeln sich schon nach kurzer Zeit zahlreiche Dipteren (es wurden bis zu 4000 in einem Blütenstande gezählt!) in dem engen Raume und belegen hierbei leicht die Narben mit Blütenstaub. Während der Nacht verschwinden die Narbenpapillen. An ihre Stelle treten Honigtröpfchen, die von den Insekten eifrig verzehrt werden. Am nächsten Vormittage trocknen die Narben ab, und die Staubbeutel im oberen Teile des Spathenkessels brechen auf und streuen den Blütenstaub aus. Gleichzeitig fallen die Sperrhaare schlaff zusammen und gestatten den mit Pollen reich beladenen Gästen den Abzug. Nach kurzem Aufenthalt in der warmen Mittagssonne pflegen die Tiere dann die neu sich erschließenden Blütenstände zu beziehen. Der geschilderte Vorgang läßt sich in vier Bestäubungsphasen gliedern, die von GREGOR KRAUS folgendermaßen charakterisiert worden sind[1]:

1. „Die Blüte öffnet sich und duftet. Aufnahme der pollenbringenden Gäste; die sich aufrollende Spatha dient als Fahne (Wegweiser), der Kolben als „Leitstange“, der Spathenkessel als Kerker, durch die im Hals stehenden Haare gesperrt. Die Narbe ist reif, die Antheren geschlossen.“
2. „Die Narbenhaare zergehen, an ihre Stelle tritt ein Zuckertropfen für die Tiere. Antheren noch geschlossen; Sperrhaare im Kesselhals noch frisch.“
3. „Die Antheren entleeren sich, die „Parastemonen“ sperren noch.“
4. „Die Sperrhaare welken, die pollenbeladenen Dipteren werden entlassen.“

Es ergibt sich nun die Frage: wie gliedert sich das Wärmephänomen in den höchst eigenartigen Bestäubungsmechanismus

1) GREGOR KRAUS: l. c. (1883–1886) p. 55.

ein? Die Erwärmung beginnt mit der Spathenöffnung und erreicht in den Abendstunden ihr recht beträchtliches Maximum in dem aus der Scheide hervorragenden Appendix, während die übrigen Teile — besonders auch die Sexualorgane — zu dieser Zeit nur wenig wärmer als ihre Umgebung sind. DELPINO und GREGOR KRAUS erblicken nun in dieser Wärmeproduktion ein Mittel zur Insektenanlockung, das funktionell mit Duft und Blütenfarbe auf gleiche Stufe zu stellen ist. Damit im Einklange steht die Tatsache, daß die Haupterwärmung nur während der ersten Phase, die der Anlockung der Bestäuber gewidmet ist, andauert. Es muß auch zugestanden werden, daß bei sinkender Sonne es den Tieren erstrebenswert scheinen muß, einen warmen Schlupfwinkel *für die Nacht aufzusuchen. Die Thermophorwirkung macht uns* das Vorhandensein des im übrigen völlig funktionslosen Appendix überhaupt erst verständlich. Während der Nacht verschwindet die Erwärmung langsam. Sie ist jetzt ja auch überflüssig, da die Bestäuber im Spathenkessel eingeschlossen sind. Am nächsten Vormittage stellt sich eine zweite, viel geringfügigere Erwärmung *in der Antherenzone ein, ungefähr gleichzeitig mit dem Aufbrechen* der Staubbeutel und dem Welken der Sperrhaare. Das veranlaßt die im unteren Teile des Kessels befindlichen Tiere am Spadix emporzusteigen, sich beim Passieren der Antherenzone reichlich einzupudern und unmittelbar darauf den offenen Ausgang zu finden. Damit hat die fühlbare Wärmeproduktion ihr Ende erreicht. Wir können wohl kaum umhin, den hier kurz geschilderten Erklärungsversuch als berechtigt anzuerkennen und GREGOR KRAUS beizustimmen, wenn er sagt[1]: „Es erscheint für die Pflanze gewiß keine kostspieligere Leistung und Arbeit, eine gewisse Masse Leibessubstanz in kürzester Zeit einfach zu verbrennen, als dieselbe zu ebenso vorübergehendem Gebrauch in höchst komplizierte morphologische Gebilde umzugestalten."

Es gilt jetzt den Versuch, eine ähnliche Erklärungsmöglichkeit auch bei den übrigen Erwärmungstypen an Hand des eigenartigen Blütenbaues als berechtigt und wahrscheinlich darzustellen und gleichzeitig zu zeigen, wie die beim *Arum*-Typus am weitesten entwickelte Sonderanpassung schrittweise zustande gekommen ist. Das soll hier in Kürze geschehen.

I. Der *Monstera*-Typus.

Auch hier liegt Protogynie vor. Der Blütenbau ist aber wesentlich anders als bei *Arum italicum*. Die Spatha zeigt keine

1) GREGOR KRAUS: l. c. (1896) p. 278.

Kesselbildung, sondern öffnet sich schlitzförmig in ihrer ganzen Ausdehnung. Der Spadix geht nicht in einen nackten Appendix über, sondern ist von oben bis unten mit fertilen männlichen und weiblichen Blüten bedeckt. Diese sind nicht zonenweise voneinander getrennt, sondern stehen gemischt. Demnach zeigt *Monstera* einen wenig verwickelten Blütenbau und eine enge Anlehnung an den „ältesten Typus der Araceen", nämlich an die Pothoideen. Entsprechend dieser Einfachheit des Blütenbaues ist auch der Erwärmungsmodus der denkbar einfachste: drei aufeinander folgende Maxima, die beinahe in gleichem Maße allen Teilen des Spadix zukommen, und die ihren Höhepunkt ungefähr zur Zeit der Pollenemission erreichen. In der ganzen Ausdehnung des Kolbens wird ein Teil des im Rindenparenchym enthaltenen Reservematerials veratmet. Die dadurch erzielte Temperatursteigerung erweist sich als wertvoll für die Anlockung der Blütengäste. Zur Zeit des ersten Wärmemaximums, das bald nach dem Aufblühen eintritt, sind die Narben reif. Die annähernd gleichmäßige Erwärmung des ganzen Spadix hat zur Folge, daß alle Regionen des Kolbens von den Insekten begangen werden. Ein besonderer, zum Thermophor umgestalteter Teil ist nicht vorhanden, ja auch noch nicht einmal angedeutet. Ist die weibliche Blüte vorüber und sind die Narben mit Blütenstaub belegt, so muß eine abermalige Anlockung stattfinden, um die Abfuhr des jetzt ausgestreuten Pollens zu gewährleisten. Diesem Zwecke kann das zweite, besonders ansehnliche Maximum dienen, das sich regelmäßig zur Zeit der Antherenöffnung einstellt. Die Kulmination des dritten Tages, die erheblich hinter der des zweiten zurückbleibt, mag einer recht gründlichen Ausnutzung der großen Blütenstaubmengen Vorschub leisten.

Da der Kolben später in seiner ganzen Ausdehnung reifende Früchte trägt, so erscheint es durchaus verständlich, daß überall eine große Menge Reservematerial erhalten bleibt. Demnach liegt hier der einfachste Modus der Erwärmung und der Bestäubung vor: keine Lokalisierung der Erwärmung, keine Fallenbildung, keine fehlgeschlagenen Blüten!

II. Der *Philodendron*-Typus.

Während die Form des Hochblattes derjenigen von *Monstera* durchaus gleicht, tritt ein wesentlicher Unterschied in der Anordnung der Sexualorgane am Spadix zutage: der obere Teil trägt nur männliche, der untere nur weibliche Blüten. Dieser Differenzierung im Blütenbau entspricht eine Differenzierung der Wärmeproduktion. Nicht mehr der ganze Kolben erwärmt sich in gleicher

Weise, sondern hauptsächlich nur der obere Teil, der erstens seiner Lage nach als besonders geeignet für die Anlockung erscheint, und der zweitens nach Reifung des Pollens keines Reservematerials mehr bedarf, also für eine gesteigerte physiologische Oxydation in erster Linie in Betracht kommt. Wie bei *Monstera* stellt sich das erste Maximum bald nach der Spathenöffnung bei noch fest geschlossenen Antheren, aber empfängnisreifen Narben ein. Wenn auch der Kolbengipfel die höchste Temperatur aufweist, so werden die anfliegenden Insekten doch nach und nach den ganzen Spadix beschreiten und so die Bestäubung der Pistille herbeiführen. Das zweite Stadium der Blütenentwicklung, das durch die Pollenentlassung gekennzeichnet ist, ist von einem zweiten Eigenwärmemaximum begleitet, das das erste nur wenig an Intensität übertrifft und ebenfalls in der Antherenzone lokalisiert ist. Die hier sich niederlassenden Tiere werden bei der dichten Stellung der männlichen Blüten schnell und gründlich mit Blütenstaub beladen. Das mag auch der Grund dafür sein, daß eine dritte Erwärmung bei *Philodendron* in der Regel unterbleibt. Ein Vergleich mit *Monstera* lehrt uns, daß bei *Philodendron* die Erwärmung auf eine Region beschränkt wird, die für die Erzielung des gewünschten Effektes besonders geeignet erscheint.

III. Der *Colocasia*-Typus.

Während die beiden bisher besprochenen Typen sich in morphologischer Beziehung recht nahe stehen, treten uns beim Blütenstande der *Colocasia* ganz erhebliche Abweichungen entgegen, so daß wir in ihm deutlich eine Vorstufe des *Arum*-Typus erkennen. Die Spatha zeigt hier ähnlich wie bei *Arum italicum* eine Einschnürung, so daß der untere Teil des Hochblattes zu einem Kessel umgestaltet wird, der nur nach oben zu mit einer ringförmigen Öffnung versehen ist. Diese Öffnung ist aber nicht durch Sperrhaare verschließbar. Der Spadix ist ähnlich wie bei *Philodendron* in seinem unteren Teile mit weiblichen, in seinem oberen Teile mit männlichen Blüten bedeckt. Die Pistille sind vom Spathenkessel umschlossen, während die Antheren an dem frei hervorragenden Teile des Kolbens Platz finden. Ein wesentlicher Unterschied gegenüber *Philodendron* macht sich aber dennoch bemerkbar: hier tritt zum ersten Male eine Reduktion der Blütenorgane ein. Sowohl ein Teil der Pistille, als auch ein Teil der Antheren ist fehlgeschlagen. Dadurch treten 4 deutlich trennbare Zonen in der Richtung von unten nach oben hervor: die Zone der normalen weiblichen Blüten (Oxanien, Karpidien), die Zone der abortierten weiblichen Blüten

(Parakarpidien), die Zone der normalen männlichen Blüten, die Zone der abortierten männlichen Blüten (Staminodien, Parastemonen). Zum Unterschiede von *Arum* gehen die genannten Zonen lückenlos ineinander über. Ein abgegliederter Appendix ist nicht vorhanden, wohl aber hebt sich der mit Staminodien bedeckte Kolbengipfel auch in seiner Gestalt von dem übrigen Teile des Spadix ab. Auch *Colocasia* ist protogyn. Die Erwärmung stellt sich vornehmlich in dem oberen, aus dem Spathenkessel hervorragenden Teile ein. Anfänglich ist die mit Antheren bedeckte Zone am wärmsten. Infolgedessen findet hier der Anflug der Insekten statt. Die Tiere folgen dem aus dem Spathenkessel hervordringenden Dufte, schreiten nach abwärts, passieren die Zone der Parakarpidien und gelangen so zu den Pistillen, deren klebrige Narben in diesem Stadium leicht mit Blütenstaub belegt werden. Da die Bestäuber nicht eingeschlossen werden, muß auch hier eine abermalige Anlockung zugunsten der Pollenabfuhr erfolgen. Am zweiten oder dritten Tage erwärmt sich der Staminodialteil sehr beträchtlich. Die Insekten fliegen abermals an und gelangen jetzt leicht in den Bereich der geöffneten Staubbeutel. Eine zwei- oder dreimalige Wiederholung der Erwärmung des sterilen Kolbengipfels sorgt für eine gründliche Ausnutzung der vorhandenen Blütenstaubmengen. Der Spathenkessel, die Vorstufe der späteren Fallenbildung, mag sich insofern als zweckmäßig erweisen, als er einem zu schnellen Abzug der Bestäuber hinderlich ist. Wir sehen demnach, daß die bei *Philodendron* beginnende Differenzierung hier im gleichen Sinne weiter fortgeschritten ist. Hier ist zum ersten Male ein Teil des Spadix seiner früheren Aufgabe entledigt und ausschließlich für die Thermophorwirkung bereitgestellt worden — der sterile Kolbengipfel! Die Vervollkommnung der Bestäubungsvorrichtung hat eine Reduktion in der Zahl der Sexualorgane zur Folge, eine Erscheinung, die auf dem Gebiete der Blütenbiologie ganz geläufig ist.

IV. Der *Arum*-Typus.

Da er schon eingehend besprochen ist, sei hier nur auf die Fortschritte gegenüber dem eben geschilderten Typus hingewiesen. Die Einschränkung der Quantität der Sexualorgane zugunsten ihrer Qualität ist hier noch weiter gediehen. Der Spathenkessel, der jetzt nicht nur die weiblichen, sondern auch die männlichen Organe umschließt, ist zu einer vollendeten Fallenvorrichtung umgestaltet. Das hat zur Folge, daß die bisher getrennten Phasen der Pollenzufuhr und Pollenabfuhr in eins zusammengelegt werden. Dementsprechend braucht die Anlockung der Bestäuber nur einmal

zu erfolgen. Die Wärmeproduktion kann also im wesentlichen auf das erste Stadium beschränkt werden. Zur vollständigen Erzielung der gewünschten Wirkung hat das Wärmeorgan, der Thermophor, eine weitere Ausgestaltung erfahren. Der Staminodialteil ist in der Hauptsache in den nackten Appendix übergeführt worden. Alles in allem: Was bei *Monstera* noch beinahe als zufällige Erscheinung zutage trat, hat bei *Philodendron* eine bestimmt gerichtete Differenzierung erfahren und führt bei *Colocasia* zu einer weitgehenden morphologischen Umgestaltung, wie sie in der Thermophorbildung und beginnenden Falleneinrichtung zum Ausdruck kommt. *Arum* stellt das Ende des einmal eingeschlagenen Weges dar.

Wenn wir schließlich hören, daß die entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhänge, wie sie sich auf Grund morphologischer und anatomischer Studien ergeben haben[1]), dieser physiologischen Stufenleiter entsprechen, so gewinnt unsere Hypothese dadurch wesentlich an Glaubwürdigkeit. Trotzdem sei hier noch einmal hervorgehoben, daß sich der Verfasser des hypothetischen Charakters seiner Ausführungen voll bewußt ist und zur endgültigen Entscheidung der Frage eingehende blütenbiologische Untersuchungen in den Heimatländern der in Frage kommenden Pflanzen für dringend notwendig erachtet.

Zum Schlusse fasse ich — so wie ich es schon in meinen „Untersuchungen über die Blütenwärme der Araceen" getan habe[2]) — den Hauptinhalt in einigen Leitsätzen zusammen:

1. Alle ansehnlichen Temperatursteigerungen, die bisher bei Araceen beobachtet wurden, können sehr wohl als Anlockungsmittel für Bestäuber aufgefaßt werden.
2. Es lassen sich 4 verschiedene Erwärmungstypen der Araceen unterscheiden, deren Verlauf in jedem Falle der Eigenart des Blütenbaues und der Bestäubungseinrichtung entspricht.
3. *Monstera deliciosa* zeigt die primitivste Form der Thermophorbildung, die bei *Philodendron* auf eine bestimmte Zone (Antheren) beschränkt wird, bei *Colocasia* eine Trennung

1) A. ENGLER: Araceae; in De Candolle: Monographiae Phanerogamarum. Bd. 2, 1879. — A. ENGLER: Vergl. Unters. üb. die morphol. Verhältnisse d. Araceen. Nova Acta Acad. Leopold.-Carol. Nat. Cur. Bd. 39, 1876. — A. ENGLER: Beiträge zur Kenntnis d. Araceae. Bot. Jahrb. f. System. u. Pflanzengeogr. Bd. 1, Bd. 4, Bd. 5. 1881—1884. — A. ENGLER: Araceae; in: Die natürlichen Pflanzenfamilien. Hrsg. v. A. ENGLER und K. PRANTL. Bd. II, 3, p. 102—158.

2) l. c. p. 68.

von dem eigentlichen Befruchtungsapparat erfährt (Staminodialteil) und schließlich bei den *Arum*-Arten zur vollkommensten Ausgestaltung gelangt.

4. Die schrittweise Entwicklung dieser blütenbiologischen Sonderanpassung entspricht dem genetischen Zusammenhange im Blütenbau der verschiedenen Araceengruppen.

---

54. Ernst Küster: Über Anthocyan-Zeichnung und Zellen-Mutation.

(Eingegangen am 16. Dezember 1916.)

Viele Erscheinungen der Panaschierung lassen sich nach BAUR[1] durch die Annahme erklären, daß irgendwo in der Ontogenese einer Pflanze Zellenteilungen sich abspielen, bei welchen verschieden veranlagte Geschwisterzellen entstehen: die eine von beiden liefert blasse Deszendenten, die andere normal ergrünende.

„Inaequale" Zellenteilungen, bei welchen verschieden veranlagte d. h. auf gleiche äußere Reize ungleich reagierende Zellen entstehen[2], spielen anscheinend bei der Entstehung vieler bunter *Coleus*-Spielarten (*Coleus hybridus* hort.) eine bedeutungsvolle Rolle. Die Verteilung der Anthocyane in den vegetativen Sprossen und namentlich ihren Spreiten folgt denselben Prinzipien wie die Verteilung des Chlorophylls bei vielen panaschierten Gewächsen: wir finden *Coleus*individuen mit sektorialer Verteilung des Anthocyans neben solchen, deren Blätter hinsichtlich der Zeichnung ihrer Spreiten marmoriert- oder pulverulent-panaschierten gleichen[3]). Je später im Entwicklungsgang der Pflanze oder eines ihrer Organe die inaequalen Teilungen erfolgen, bei welchen zur Pigmentbildung schreitende Zellen neben dauernd anthocyanfrei bleibenden entstehen, desto kleiner werden die einzelnen, durch ihre Färbung unterscheidbaren Parzellen der Blattspreiten ausfallen.

---

1) BAUR, E. Das Wesen und die Erblichkeitsverhältnisse der „varietates albomarginatae hort." von *Pelargonium zonale* (Zeitschr. f. induktive Abstammungs- und Vererbungslehre. 1909. 1. H. 4, Seite 330.)

2) KÜSTER, Pathol. Pflanzenanat. 2. Aufl. 1916. Seite 380 ff.

3) KÜSTER, Pathol. Pflanzenanat. 2. Aufl. 1916. Seite 14 ff.

Bei den panaschierten Gewächsen der erwähnten Art unterscheiden sich die bei inaequaler Teilung entstehenden Geschwisterzellen und ihre Deszendenz durch das Entwicklungsschicksal ihrer Chromatophoren, bei den *Coleus*spielarten durch die Farbe ihres Zellsaftes. Während aber bei jenen nur eine Art der Zellenmutation im Spiele ist, und nur zwei — hinsichtlich ihrer Chromatophorenentwicklung verschiedene — Zellenarten am Aufbau des bunten Individuums beteiligt sind, führt eine genauere Betrachtung der verschiedenen *Coleus*spielarten zu der Annahme, daß bei ihnen mehr als eine Mutation möglich ist, und die Zahl der am Aufbau eines Individuums beteiligten, durch verschiedene Veranlagungen ausgezeichneten Anteile größer als zwei werden kann.

Ebenso wie bei Bakterien kann bei den Deszendenten einer inaequalen Teilung ein weiterer Mutationsschritt, eine neue inaequale Teilung eintreten, welche entweder den früheren Schritt wieder rückgängig macht (Zell-Mutanten und -Atavisten) — oder sich in ganz anderer Richtung als dieser bewegt.

In einer ausführlichen Arbeit werden an einer Reihe von Abbildungen die verschiedenen Zeichnungen zu erläutern sein, die durch Zellenmutation erklärt werden können; ferner wird darzutun sein, daß bei denselben Spielarten noch solche Zellenmutationen möglich sind, die mit der Anthocyanbildung und Anthocyanverteilung nichts zu tun haben, sondern Deszendenz-Zellmassen mit anderen Unterschieden ihrer Chemismen entstehen lassen. Als eine Spezies, die ebenfalls zu prinzipiell verschiedenen Arten der Zellmutation befähigt ist, wurde *Urtica dioica* erkannt.

Keineswegs bei allen bunten Spielarten des *Coleus hybridus* ist die Anthocyanverteilung auf Zellenmutation zurückzuführen. Bei gewissen Formen spielt letztere beim Zustandekommen der Zeichnung der Spreiten offenbar keine Rolle. Die Anthocyanverteilung bietet somit bei den *Coleus*spielarten darin noch ihr besonderes Interesse, daß sie bei verschiedenen Formen auf prinzipiell verschiedenem Weg zustande kommt.

Die Beobachtungen an *Coleus hybridus* wurden vor einer Reihe von Jahren im botanischen Institut zu Halle a. S. angestellt, später nach längerer Unterbrechung in Bonn wieder aufgenommen und ergänzt.

Bonn, Dezember 1915, Botan. Institut.

Bericht

über den

Stand der Gesellschaft

im Jahre 1915.

Zum zweiten Male sind wir genötigt, unser Schlußheft ohne einen Generalversammlungsbericht herauszugeben. Die Kriegslage verhinderte uns, die für September 1915 in Aussicht genommene Mitgliederversammlung in Kiel einzuberufen, und aller Voraussicht nach dürfte auch das Jahr 1916 ohne Generalversammlung beschlossen werden.

Die Mitgliederzahl, die anfangs August 1914 614 betrug, ist bis Ende des Jahres 1915 auf 608 zurückgegangen, in Anbetracht der Kriegszeiten und der unverhältnismäßig großen Zahl von Todesfällen fällt diese Verminderung um 6 Mitglieder nicht ins Gewicht, da immerhin eine Anzahl von neuen Mitgliedern aufgenommen werden konnte.

Seit Veröffentlichung des vorigen Berichtes wurden uns durch den Tod folgende Mitglieder entrissen:

JOSEF BRUNNTHALER, gest. am 18. August 1914,
FRIEDRICH KRÜGER, „ „ 1. September 1914,
V. B. WITTROCK, „ „ 1. September 1914,
FERD. HOFFMANN, „ „ 26. Oktober 1914,
FERNANDO HOECK, „ „ 18. Februar 1915,
E. LEMMERMANN, „ „ 11. Mai 1915,
MAX SCHULZE, „ „ 28. Mai 1915,
ERNST ULE, „ „ 15. Juli 1915,
A. ORTH, „ „ 23. August 1915,
GREGOR KRAUS „ „ 14. November 1915,
H. GRAF ZU SOLMS-LAUBACH, gest. am 24. November 1915.
F. HILDEBRAND, gest. am 30. Dezember 1915.

Den Tod fürs Vaterland starben:

RICHARD GLATZEL am 7. September 1914,
GUSTAV BOHUTINSKY im September 1914,
REINHOLD LANGE am 23. September 1914,
KARL SEELÄNDER am 12. Oktober 1914,
WILHELM PIETSCH am 12. Dezember 1914,
CARL GRÜN am 31. August 1915,
F. MINDER am 11. Oktober 1915.

Nachrufe auf J. BRUNNTHALER von V. SCHIFFNER und FR. KRÜGER von L. PETERS sind bereits im vorjährigen Schlußhefte erschienen; im vorliegenden Hefte finden sich Nachrufe auf V. B. WITTROCK, G. BOHUTINSKY, W. PIETSCH, E. ULE, A. ORTH, F. MINDER, G. KRAUS und GRAF SOLMS.

Die finanzielle Lage der Gesellschaft ist als günstig zu bezeichnen, trotzdem im Jahre 1914 die Ausgaben für das einzelne Mitglied etwas höher waren als die Einnahmen aus den Mitgliedsbeiträgen, was sich aus den Zuwendungen für das Rote Kreuz erklärt. Dieser Posten konnte natürlich im Voranschlag nicht vorgesehen werden. Alle Einzelheiten sind aus der Anlage zu ersehen; hier mag nur hervorgehoben werden, daß das Vermögen der Gesellschaft am Ende des Jahres den Voranschlag um 537,20 Mk. übertraf.

Die Rechnungsablage wird diesmal durch Herrn P. CLAUSSEN vertreten, der zum stellvertretenden Schatzmeister vom Vorstande ernannt wurde, da Herr O. APPEL des Krieges wegen längere Zeit in Nordamerika zurückgehalten wurde.

REINKE,
z. Z. Präsident.

W. WÄCHTER,
Sekretär.

Anlage.

Rechnungsablage für das Jahr 1914.

	M.	Pf.	M.	Pf.
Vermögen am 1. Januar 1914	18 687	42		
Einnahmen:				
Mitgliederbeiträge.				
(Zu zahlen sind für 1914:				
591 Mitglieder je 20 M. . . . . = 11 820 M.				
davon vorausbezahlt . . 216,00 M.				
1914 bezahlt . . . . . 11 604,00 „ 11 820 „(w.v.)				
Gezahlt wurden 1914:				
für 1914: a) *Beiträge* . . *11 604,00* M.				
b) Mehrzahlungen 48,11 „				
„ frühere Jahre . . . 40,— „				
„ spätere Jahre . . . 240,00 „ 11 932,11 M.				
Zinsen aus dem Depot und Kontokorrent . . . . 810,10 „				
Gewinnanteil an Band XXXII . . . . 508,20 „				
Honorare für Vorträge . . . . . . 344,00 „	13 594	41	32 281	83
Ausgaben:				
Band XXXII der Berichte, 603 Exemplare	5 945	96		
Formulare und Drucksachen	240	22		
Honorare	1 960	—		
Ehrungen	122	—		
Wissenschaftliche Vorträge u. dgl.	917	74		
Porto:				
für Schriftwechsel . . . . 161,06 M.				
für Versendung der Berichte . . . . 976,60 „	1 137	66		
Sonstiges (darunter dem Roten Kreuz u. a. Zuwendungen aus Anl. d. Krieges 2200,— M. . . .	2 421	05	12 744	63
Vermögen am 31. Dezember 1914			19 537	20

Es haben betragen:
die Ausgaben . . . . 12 744,63 M.
die Einnahmen aus den Beiträgen . . 11 932,11 „
so daß die Ausgaben um . . . . . 812,52 M.
höher sind als die Einnahmen.

Bei 591 zahlenden Mitgliedern entfallen auf jedes Mitglied 20,19 M. Einnahmen, 21,56 M. Ausgaben.

Voranschlag für 1915.

		M.	Pf.	M.	Pf.
Vermögen am 1. Januar 1915		19 537	20		
Einnahmen:					
Beiträge (500 je 20 M.)	10 000,— M.				
Zinsen	800,— „				
Gewinnanteil	462,80 „				
Honorare für Vorträge	300,00 „	11 562	80	31 100	—
Ausgaben:					
Berichte		6 000	—		
Formulare und Drucksachen		300	—		
Honorare		1 960	—		
Ehrungen		160	—		
Wissenschaftliche Vorträge u. dgl.		900	—		
Porto		1 800	—		
Sonstiges		480	—	11 100	—
Vermögen am 31. Dezember 1915				20 000	—

Berlin-Dahlem, den 8. Juni 1915.

Der stellvertretende Schatzmeister: P. CLAUSSEN.

Geprüft und richtig befunden.

Berlin-Dahlem, den 1. Juli 1915.

O. REINHARDT. G. LINDAU.

Nachrufe.

Philippe van Tieghem
1839—1914.

Von
R. CHODAT.

In allen Zweigen unserer Wissenschaft hat der bedeutende französische Botaniker mit unermüdlichem Fleiße gearbeitet. Mit der klaren Zuversicht, daß uneigennützige Arbeit, die mit Ausdauer täglich methodisch vermehrt wird, nie ohne Erfolg sein kann, hat er in den harten Boden der Naturerkenntnis seinen Pflug geleitet und eine nach der anderen, ja nebeneinader, die Furchen des breiten Gefildes mit einer Saat bereichert, die noch nicht alle seine Früchte getragen hat, die aber frisch und saftig grün in regelmäßigem Wuchs sich gegen jedes Unkraut erhebt und den wohltuenden Eindruck einer planmäßig durchgeführten Wirtschaft macht.

Ihm fehlt jede wissenschaftliche Lyrik; er schließt sich der *klassischen französischen wissenschaftlichen* Schule der REGNAULT, BERTHELOT, PASTEUR an. Er war, noch ganz jung, in unserem Gebiete, der Botanik, ein Pionier, indem er die Methoden der Reinkultur, wie sie seiner Zeit bekannt war, einführte, z. B. bei seinen grundlegenden Untersuchungen über niedere Pilze, bei seinen bahnbrechenden Experimenten über die Harnstoffgährung (1864) und die Spaltung des Gerbstoffes in Zucker und Gallussäure durch die Perisporiaceen (1868). Überall findet man in seinen Arbeiten die gleiche Methode, gut begrenzte Kategorien zu unterscheiden, um „*coute que coute*“ jede Zweideutigkeit aus dem Wege zu schaffen. Dem Gegner zu antworten fühlt er keinen Grund; was er zu sagen hatte, ist von ihm schon auseinandergesetzt worden und kann nur durch eine Nachuntersuchung bereichert werden. Erkennt er seinen Irrtum, so ändert er sofort seine Anschauungs-

weise und er sucht der neuen eine klare Formel zu geben. Wie viele Mißverständnisse würden unserer Wissenschaft erspart werden, wenn diese würdige, einer wahren Erkenntnislehre entsprechende Haltung, mehr geübt würde. Was VAN TIEGHEM über die sog. Grundprobleme der Biologie dachte, ist aus seinen botanischen Werken kaum zu ersehen. Ihm ist ganz besonders zu danken, daß den französischen Botanikern die entwicklungsgeschichtliche Metaphysik, die so viel Unheil insbesondere in den Mittelschulen angerichtet hat, erspart wurde.

Ob aber dieser puritanische Geist, allerdings durchdrungen von echt wissenschaftlichem Ernst, der an die klassische französische Literatur des XVII. Jahrhunderts erinnert, die Geschehnisse ganz zu umfassen geeignet ist, ist fraglich. Zur Lösung schwieriger Probleme bedarf es allerdings einer unzweideutigen sicheren Methode „à priori", aber eine durchdringende Einsicht in die Naturereignisse mit all ihren gegenseitigen Verkettungen und Reaktionen kann der Hypothese kaum entbehren. Wie dem auch sei, VAN TIEGHEM wollte sich mit dem Direktfaßbaren begnügen, und dieser Aufgabe, methodisch nach und nach aufzudecken, was eine sichere Methode gewähren kann, hat er sich mehr als ein halbes Jahrhundert gewidmet und dabei so viele neue Tatsachen gefunden, daß es nicht möglich ist, in einer kurzen Notiz ihm gerecht zu werden.

Erst 25 Jahre alt wurde er zum Maître de conférence de Botanique an der École Normale ernannt. Später bekam er einen Lehrstuhl an der École centrale des Arts et Métiers, an dem Museum d'histoire naturelle, an der Ecole supérieure normale für Lehrerinnen. Er wirkte auch eine Zeitlang als Professor der Pflanzenbiologie am Agronomischen Institut. Dem Institut de France gehörte er seit 1877 an, und wurde Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences anno 1908. Der Deutschen Botanischen Gesellschaft gehörte er seit 1884 als Correspondierendes Mitglied, seit 1907 als Ehrenmitglied an.

Seine wissenschaftlichen Arbeiten[1]) können eingeteilt werden in 1. Mykologisch-physiologische, 2. Physiologische, 3. Anatomische, 4. Allgemeine Systematik der höheren Pflanzen.

---

1) G. BONNIER, l'oeuvre de PHILIPPE VAN TIEGHEM, Revue générale de Botanique 1914 (XII.) mit der vollständigen Bibliographie der in den Comptes rendus de l'Académie des sciences Annales des Sciences naturelles, im Bulletin de la Société botanique de France und im Journal de Botanique (Morot) erschienenen Abhandlungen (1863—1912).

Eine erste Abhandlung unter der Leitung von PASTEUR gilt der Harnstoffgährung (1864). Dann zeigt er die Wirkung der Schimmelpilze als Erreger der Gerbstoffgährung; wieder befaßt er sich mit dem Abbau der Zellmembranen durch Bakterien, wobei er unter dem Namen *Bacillus amylobacter* einen anaerobiotischen Gährungserreger beschreibt, unter dessen Einfluß Kohlenhydrate sich in Kohlensäure, Wasserstoff und Buttersäure zersetzten. Später (1877—1879) wurde dieser *B. amylobacter* nicht mit den echten Cellulose-Bakterien identifiziert, sondern mit Pectin abbauenden Schizomyceten verglichen. In diesen Arbeiten zeigt er sich als einen Vorläufer der botanischen Enzymologie. Auch der Reinkultur der *Mucorineen* (1872—1877) widmet er sich; ausgehend von der unter dem Mikroskop beobachteten Keimung trennt er allein oder zusammen mit G. LE MONNIER eine ganze Reihe interessanter Pilze, stellt neue Genera (*Absidia*, *Circinella*) und Spezies auf und bereichert die Mykologie durch viele interessante morphologische und physiologische Beobachtungen, die erst durch die BLAKESLEEschen Untersuchungen klargestellt worden sind.

Dann kommen seine Untersuchungen über die Dextrosegährung des *Leuconostoc* (*Streptococcus*) *mesenteroides* (1879) und seine interessante Beobachtung der anaerobiotischen Atmung der Pflanzengewebe unter Bildung von Aethylalkohol. Als Enzymolog zeigt er sich als gründlicher Forscher und lenkte die Botanik in neue Bahnen.

Weniger versprechend waren seine Experimente über die „Vie latente des graines“ (1880—1882). Heute weiß man ja, daß bei sehr niedriger Temperatur kein Stoffwechsel stattfindet und daß doch durch die längere Einwirkung von Kälte der Same lebensfähig bleiben kann.

Besonders interessant sind seine Versuche über die Teilbarkeit der pflanzlichen Embryonen und deren Regeneration; auch in seinen Versuchen über die künstliche Ernährung vom Eiweiß befreiter Keimlinge hat er die ersten Versuche über die Beeinflussung der Keimlinge durch von außen zugeführten Nährstoff angebahnt (1872—1877).

Aber am meisten verdienen die umfassenden Arbeiten hervorgehoben zu werden, die er lange Jahre hindurch über die Anatomie der Pflanzen unternommen hat (seit 1866). Die Anatomie der Gewächse war schon vorher gründlich von SANIO, RUSSOW, DE BARY etc. erforscht, aber es fehlte sogar nach dem Erscheinen des epochemachenden Buches DE BARYs an einer Systematisierung des Gefundenen. Er faßt viel klarer, als man es früher gemacht hatte, die anatomische Verschiedenheit von Achse, Wurzel und Blatt

(1869). Er sucht die Gewebearten nicht nach ihrer Funktion zu charakterisieren, sondern nach ihrer topographischen Stellung und ihrem Ursprunge in den verschiedenen Gliedern. Wenn auch manches vielleicht zu schematisiert erscheinen mag, so war es meiner Ansicht nach ein großer Fortschritt, eine zusammenhängende topographische Pflanzenanatomie aufgestellt zu haben. Diese Auffassung ist ja bewußt oder unbewußt fast überall als beschreibende Wissenschaft angenommen worden. Die Begriffe, wie er sie geschaffen hat, von Epidermis, Rinde und Zentralzylinder und deren Begrenzung durch eine mehr oder weniger differenzierte Endodermis, sowie die Aufstellung eines Übergangsgewebes um den Zentralzylinder (Perizykel) waren für die rein beschreibende Anatomie glückliche Ideen, die sofort, auch von namhaften deutschen Gelehrten angenommen wurden, so von ED. STRASBURGER in dem Buche über Bau und Funktion der Leitungsbahnen.

Desgleichen sind seine Untersuchungen über den Bau, die Verzweigung und den Ursprung der Wurzeln Musterarbeiten, die einzig in ihrer Art da stehen (1886—1891). Wie die SCHWENDENERsche Schule in deutschen Sprachgebieten die physiologische Pflanzenanatomie geschaffen hat, so baute VAN TIEGHEM und seine Mitarbeiter in Frankreich eine Gewebslehre auf, die anderen Zwecken dient, insbesondere der vergleichenden Morphologie. Beide Richtungen sind berechtigt, beide sind zu gebrauchen je nach der Fragestellung. Die von ihm angenommenen Homologien im anatomischen Bau lassen sich allerdings nicht ohne weiteres in der ganzen Reihe der Archidiophyten erkennen. Diese Mängel sind besonders in der Pteridophytenreihe fühlbar; aber VAN TIEGHEM war ja nie bemüht die Gegensätze zu vermindern. Sie waren ihm ja sogar willkommen, da diese ihm halfen, die Anordnung übersichtlicher zu gestalten. Es läßt sich so nicht leugnen, daß seine konsequent durchgeführte Stelär-Theorie, wenn auch vielleicht entwicklungsgeschichtlich unpassend, so doch für die beschreibende Wissenschaft ein wertvolles Hilfsmittel geworden ist. Es wird die Aufgabe neuerer Forschungen sein, dieselbe zu vervollständigen und zu verbessern, was zu tun er stets bemüht war.

Ihm verdankt man auch eine Übersetzung des SACHSschen Lehrbuchs der Botanik (1873), die er sieben Jahre später durch ein neues Handbuch, Traité de Botanique, ersetzte, dem bald eine zweite verbesserte Auflage folgte (1889—1891). In dieser neuen Bearbeitung kann man die leitenden Ideen des Forschers über die topographische Anatomie zusammengestellt finden.

Bei dieser Bearbeitung wurde er auch gezwungen sich der

allgemeinen Systematik zuzuwenden, und da er ungern Angaben von anderen Forschern einfach herübernahm, ohne sich ein eigenes Urteil gebildet zu haben, so machte er sich an die mühevolle Arbeit, eine Durchsicht aller Familien sowohl der Blütenpflanzen wie der Kryptogamen vorzunehmen. Aus diesen umfassenden Studien entstand nach und nach eine neue Einteilung des Pflanzenreiches, die in seinen (1896—1906) Eléments de Botanique IV. Auflage und speziell in der Botanique spéciale (II) logisch durchgeführt wird (1906). Er verwertet dabei morphologische wie anatomische Merkmale, die Struktur der Samenanlagen etc. Bei den Phanerogamen legt er besonderes Gewicht darauf, ob bei einer Familie der Fruchtknoten ober- oder unterständig, ob die Samenanlagen sich von der Plazenta erheben oder in dieser eingebettet, ob dieselben gerade oder gekrümmt sind, ob sie ein Integument besitzen oder nicht, ob sie mit einer oder zwei Hüllen, mit kleinem oder massivem Nucellus versehen sind etc. Alle diese Merkmale kombiniert er mit anatomischen und morphologischen, Achsen-, Wurzel- und Blattmerkmalen. In der Aufstellung folgt er dem Beispiel LINNÉs, und wenn er auch mehr, ja viel mehr als dieser Forscher dem Prinzip der Subordination der Merkmale huldigt, so läßt er sich doch durch sein Symmetriebedürfnis zur Halbierung von Familien, die bis dahin als natürlich galten und deren Teilstücke in weit voneinander gelegene Gruppen versetzt werden, ja sogar zur Aufstellung einer ganzen Reihe von besonderen Familien hinreißen, sobald ein oder mehrere Vertreter einer sogenannten natürlichen Verwandtschaft der allgemeinen, von ihm für diese Gruppe gegebenen kurzen Diagnose, nicht entsprechen.

Auf diese Weise, und er führt diese Methode bis zu ihren letzten Konsequenzen durch, gelangt er zu einem sehr übersichtlichen System, das manchem als willkürlich erscheinen wird, welches aber durch seine Regelmäßigkeit und vollständige Klarheit als wohlgeordnetes Gebäude imponiert. Man mag geneigt oder nicht geneigt sein, seinem Beispiele zu folgen, man wird doch gut tun, seine logisch und zum Teil kunstvoll durchdachte Einteilung nicht so ohne weiteres von der Hand zu weisen, sondern dieselbe sorgfältig zu studieren und zu verwerten. Darin und in seinen vielen diesbezüglichen Abhandlungen (1893—1911) sind eine Unmasse schöner und wertvoller Beobachtungen und Nachprüfungen enthalten, wie vielleicht in keiner modernen Zusammenstellung.

Eins ist sicher: Wiewohl er die fremdländische botanische Wissenschaft beherrschte und sogar die Übersetzung eines deutschen Lehrbuches unternommen hatte, hat doch diese auf ihn

keinen tiefen Eindruck ausgeübt; er verfolgte ruhig und unbekümmert seinen eigenen Weg. Will man in den verschiedensten Zweigen unserer Wissenschaft, aber ganz besonders in der topographischen und der systematischen Anatomie weiter bauen, so ist es unumgänglich notwendig, bei ihm Rat oder Anregung zu suchen.

PH. VAN TIEGHEM war der Sohn eines aus holländische Familie stammenden französischen Geschäftsmannes; seine Mutte AMÉLIE BUBBE war von Bailleul. Kurz vor der Geburt seine Sohnes übersiedelte PHILIPPE-DOMINIQUE VAN TIEGHEM mit seine Frau nach der Insel La Martinique (Antillen), wo er gleich be seiner Ankunft am gelben Fieber starb. Die Mutter selbst star kurz darauf in Bailleul nach der Geburt ihres fünften Kinde PHILIPPE VAN TIEGHEMs (19. April 1839). In Bailleul, wo e von den Verwandten aufgenommen, wurde nun seine Erziehun unter streng puritanischen Grundsätzen geleitet.

Durch seinen ganzen Studien- und seinen späteren Leben lauf behielt er diesen Ernst und diese Zurückhaltung, die ihm ein unverkennbare Würde gab. Seine Kollegen rühmen an ihm di Einfachheit, die Liebenswürdigkeit, seinen Abscheu vor jede Reklame. Er lebte für seine Familie, seine Schüler und d Wissenschaft.

Liste der Veröffentlichungen[1]**.**
PH. VAN TIEGHEMS.

Note sur une coloration rose développée dans les fibres végétales par l'action ménagée des acides (*Bulletin Société botanique* de *France*, séance du 8 mai 1863, X, p. 278).
Note sur une coloration rose développée dans les fibres végétales, particulièrement dans celles de l'écorce, par l'action ménagée des acides (Comptes-rendus Académie Sciences, 18 mai 1863).
Note sur les colorations développées par les acides dans les végétaux (Bulletin Société botanique, séance du 12 juin 1863, X, p. 362).
Note sur la fermentation ammoniacale (Comptes-rendus, 26 janvier 1864).
Recherches sur la fermentation de l'urée et de l'acide hippurique. Thèse pour le doctorat ès-sciences physiques, avec une planche (Annales scientifiques de l'Ecole normale, I, 1864. Publié aussi à part en une brochure in-4 °).
Sur les globules amylacés des Floridées et des Corallinées. (Comptes-rendus, 6 novembre 1865).
Note sur une monstruosité de la fleur du Tropaeolum, propre à éclairer la structure de l'ovaire, l'origine des ovules et la nature des placentas (Bulletin Société botanique, 22 décembre 1865).
Observations sur la Ficaire, avec une planche (Annales Sciences naturelles (Botanique), 5e série, V, p. 88, 1866).
Sur la structure des anthères sans les Aroïdées (Comptes-rendus, 12 juin 1866.)
Recherches sur la respiration des plantes submergées (Bulletin Société Botanique, 9 novembre 1866, XIII, p. 411.)
Recherches sur la structure des Aroïdées, avec 10 planches. — Thèse pour le doctorat ès-sciences naturelles (Annales Sc. nat., botanique, 5e série, VI, 1867).
Résumé des recherches sur la structure des Aroïdées (Bulletin Société Botanique, 15 novembre 1867).
Sur la respiration des plantes aquatiques (Comptes-rendus, 23 décembre 1867).
Sur la fermentation gallique (id., 23 décembre 1867).
Recherches pour servir à l'histoire physiologique des Mucédinées. Fermentation gallique (Annales Sciences naturelles (Botanique), 5e série, VIII, 1868. — Annales scientifiques Ecole Normale, VI, 1869).
Anatomie de l'Utriculaire commune (Comptes-rendus, 23 novembre 1868 et Bulletin Société Botanique, 27 novembre 1868).
Recherches sur la structure du pistil avec 4 planches — Première partie du mémoire qui a obtenu le prix Bordin en 1867 (Annales Sciences naturelles, Botanique, 5e séri, IX, 1868).
Anatomie comparée de la fleur femelle et du fruit des Cycadées, des Conifères et des Gnétacées, avec 4 planches (Comptes-rendus, 5 et 12 avril 1869, et Annales Sciences nationales, 5e série, Bot. X, p. 269, 1869).
Recherches sur la symétrie de structure des végétaux (Comptes-rendus, 18 janvier 1869).

[1]) Entnommen aus GASTON BONNIER, in Revue générale de Botanique XXVI (1914) 427.

Sur la structure des feuilles de Monocotylédones (id., 26 avril 1869)

Recherches sur la symétrie de structure de l'ovule et sur l'orientation de l'embryon dans la graine (id., 26 juillet 1869).

Sur la respiration des plantes submergées à la lumière d'une bougie; lieu de formation du gaz (id., 16 août 1869).

Anatomie de la fleur femelle et du fruit du Noyer (Bulletin Société Botanique, 24 décembre 1869, XVI).

Anatomie des fleurs et du fruit du Gui (Annales Sciences naturelles, 5e série, Bot., XII, 1870).

Recherches physiologiques sur la végétation libre du pollen et de l'ovule et sur la fécondation directe des plantes (Annales Sciences naturelles (Botanique), 5e série, XII, 1870).

Structure du pistil des Primulacées et des Théophrastées (id., 5e série, XII, 1870).

Anatomie des fleurs des Santalacées (id., 5e série, XII, 1870).

Recherches sur la structure du pistil et sur l'anatomie comparée de la fleur, avec un atlas de 16 planches doubles. — Mémoire couronné par l'Académie des Sciences, prix Bordin, en 1867 (Mémoires des Savants étrangers, XXI, 1871).

Sur les divers modes de nervation de l'ovule et de la graine. (Comptes-rendus, 14 août 1871 et Annales Sciences naturelles (Botanique), 5e série, XVI, 1872).

Sur les canaux oléifères des Composées (Bulletin Société botanique), 24 novembre, 8 et 22 décembre 1871, XVIII).

Sur une orientation particulière de l'embryon dans la graine de certaines espèces de Casses (Bulletin Société Philomatique de Paris, 25 novembre 1871).

Recherches sur la symétrie de structure des plantes vasculaires. — Introduction. — I. La Racine 1 vol. in-8° avec 6 planches et 315 pages (Annales Sciences naturelles (Botanique). 5e série, XII, 1871.

Observations anatomiques sur le cotylédon des Graminées, avec 2 planches (id., 5e série, XV, 1872).

Sur *les canaux oléorésineux des Ombellifères et des Araliacées* (Bulletin (Société botanique de France, 23 février 1872, XIX).

Mémoire sur les canaux sécréteurs des plantes (Annales Sciences naturelles, 5e série, XVI, p. 96, 1872).

Remarque au sujet d'un mémoire de Dutrochet sur la volubilité des tiges (id., 5e série, XVI, 1872).

Sur *l'Helicostylum elegans* (Bulletin Société Philomatique de Paris, 24 février 1872).

Sur le polymorphisme du *Mucor Mucedo* (Comptes-rendus, 8 avril 1872).

Sur le polymorphisme des organes reproducteurs dans les *Mortierella* (id., 1er juillet 1872).

Sur les zygospores du *Mucor Phycomyces* (id., 8 juillet 1872).

Sur les *Circinella*, genre nouveau de la famille des Mucorinées (Bulletin Association française. Avancement des sciences, session de Bordeaux. Août 1872).

Principaux résultats de recherches physiologiques sur la germination (id., session de Bordeaux, 6 septembre 1872).

Recherches physiologiques sur la germination (Ann. sciences nat. 5e série, 1873 et Ann. scient. École norm. II, p. 13, 1873).

Recherches sur les Mucorinées. — En collaboration avec M. G. LEMONNIER — 48 pages et 6 planches (Annales Sciences nat., Bot., 5e série, XVII, 1873).

Traité de Botanique conforme à l'état présent de la Science, par J. SACHS, traduit sur la troisième édition allemande et accompagné de nombreuses notes et figures (1 vol. de 1.200 pages et 500 figures. Paris, Savy. 1878).

Observations sur le parasitisme des Champignons (Bull. Soc. bot. XXI, 27 novembre 1874).

Légèreté spécifique et structure de l'embryon de quelques Légumineuses (id. 27 novembre 1874).

Remarques sur la disposition des feuilles dites opposées ou verticillées (id., 14 décembre 1874).

Nouvelles recherches sur les Mucorinées, 175 pages avec 4 planches (Ann. Sciences nat. bot. 6e série. I. 1875).

Sur la structure et le mode de déhiscence du sporange des Pilobolées et sur deux espèces nouvelles de *Pilobolus* (Bull. Soc. bot., 26 novembre 1875).

Sur la fécondation des Basidiomycètes (Comptes-rendus, 8 février 1875).

Sur le developpement du fruit des Coprins et la prétendue sexualité des Basidiomycètes (Comptes-rendus, 15 novembre 1875 et Ann. Sc. nat., bot. 6e série. II. 1875).

Sur le développement du fruit des *Chaetomium* et sur la prétendue sexualité des Ascomycètes (id., 6 décembre 1875 et Ann. Sc. nat., bot. 6e série. II. 1875).

Observations sur la légèreté spécifique et la structure de l'embryon de quelques Légumineuses (Mém. Soc. sciences nat. Cherbourg, XIX, 1875 et Ann. Sc. nat. 6e série. 1875).

Observations au sujet d'un nouveau travail de M. BREFELD sur les Mucorinées et en particulier sur les *Pilobolus* (Bull. Soc. Bot. 28 janvier 1876, XXIII).

Sur les *Absidia*, genre nouveau de la famille des Mucorinées (id., 14 janvier 1876, XXIII).

Sur le rôle physiologique et la cause déterminante de la courbure en arcades des stolons fructifères dans les *Absidia* (id., 11 février 1876, XXIII).

Nouvelles observations sur le développement du fruit et sur la prétendue sexualité des Basidiomycètes et des Ascomycètes (id., 10 mars 1876).

Sur le développement du fruit des *Ascodesmis*, genre nouveau de l'ordre des Ascomycètes (id. 28 juillet 1876).

Nouvelles observations sur le développement du périthèce des *Chaetomium* (id., 10 novembre 1876).

Sur le développement de quelques Ascomycètes. — Première partie: *Aspergillus* et *Sterigmatocystis* (id., 23 février 1877, XXIV).

Sur le développement de quelques Ascomycètes. — Seconde partie: *Penicillium* et *Gymnoascus* (id., 27 avril 1877).

Sur le développement de quelques Ascomycètes. — Troisième partie: Développement d'une spermogonie (id., 22 juin 1877).

Sur le *Bacillus Amylobacter* et son rôle dans la putréfaction des tissus végétaux (id., 22 mars 1877).

Sur la digestion de l'albumen (Comptes-rendus, 26 mars 1877 et Ann. Sc. nat. bot., 6e série, IV, 1877).

Troisième mémoire sur les Mucorinées, 90 pages avec 4 planches (Ann. Sc. nat., bot., 6e série, IV, 1877).

Sur la gomme de sucrerie (*Leuconostoc mesenteroides*), avec 1 planche (id., 6e série, VII, 1878).

Anatomie de la rose et en général caractères anatomiques des axes invaginés (Bull. Soc. bot., 13 décembre 1878, XXV).

Sur les formations libéroligneuses sesondaires des feuilles (id., 10 janvier 1879, XXVI).

Sur la fermentation de la cellulose (Comptes-rendus, 3 février 1879, LXXXVIII).

Sur les prétendus cils des Bactéries (Bull. Soc. bot. 15 février 1879).

Développement du *Spirillum amyliferum* (id., 28 févrler 1879).

Sur les spores de quelques Bactéries (id., 28 mars 1879).

Identité du *Bacillus Amylobacter* et du Vibrion butyrique de M. PASTEUR (Comptes-rendus, 7 juillet 1879, LXXXIX).

Sur une maladie des pommiers causée par la fermention alcoolique de leurs racines (Bull. Soc. bot. 28 novembre 1879).

Sur le ferment butyrique (*Bacillus Amylobacter*) à l'époque de la houille (Comptes-rendus, 29 décembre 1879 et Ann. Sc. nat. Bot. 6e série, IV, 1879).

Recherches sur la vie ralentie et sur la vie latente. — Première note. — En collaboration avec M. G. BONNIER (Bull. Soc. bot. 12 mars 1880, XXVII).

Recherches sur la vie ralentie et la vie latente. — Deuxième note. — En collaboration avec M. G. BONNIER (id., 23 avril 1880 et Ann. agr. t. VI, 1880).

Sur un nouvel organisme cilié pourvu de chlorophylle (*Dymistax Perrieri*) (Bull. Soc. bot., 14 mai 1880).

Sur quelques Bactéries agrérées (id., 28 mai 1880).

Observations sur des Bactériacées vertes, sur des Phycochromacées blanches et sur les affinités de ces deux familles (id., 11 juin 1880).

Sur une Volvocinée nouvelle dépourvue de chlorophylle (*Sycamina nigrescens*), (Bull. Soc. bot. 25 juin 1880).

Anatomie de la Moschatelline, *Adoxa Moschatellina* (id., 9 juillet 1880).

Sur quelques Myxomycètes à plasmode agrégré (id., 26 novembre 1880).

Sur la végétation dans l'huile (id.)

Sur des Bactériacées vivant à la température de 74° (id., 28 janvier 1881, t. XXVIII).

Sur la végétation dans l'huile. — Deuxième note (id., 25 février 1861).

Recherches sur la vie dans l'huile (id., 22 avril 1881).

Action de la lumière sur la végétation du *Penicillium glaucum* dans l'huile (id., 10 juin 1881).

Mouvement du protoplasma dans l'huile. Analyse des gaz dans l'huile (id., 25 novembre 1881).

Recherches sur la vie latente des graines. — En collaboration avec M. G. BONNIER (id., 13 janvier 1882, t. XXIX).

Discours prononcé aux obsèques de M. DECAISNE (id., 10 février 1882, XXIX, p. 55).

Rapport sur les travaux de M. GAYON relatifs à la Physiologie des Champignons (Ann. Sc. nat. bot. 6e série, XIV, 1882).

Sur quelques points de l'anatomie des Cucurbitacées (Bull. Soc. bot. 9 juin 1882).

Observations sur le mécanisme de la chute des feuilles. — En collaboration avec M. GUIGNARD (id., 28 juillet 1882).

Remarques au sujet du développement des *Chaetomium* (id., 28 juillet 1882).

Sur quelques points de l'anatomie des Cryptogames vasculaires (id., 13 avril 1882).

Sur les canaux sécréteurs du péricycle dans la tige et la feuille des Ombellifères et des Araliacées (id., 11 janvier 1884, XXXI, p. 291).

Sur les canaux sécréteurs du péricycle dans la tige et la feuille des Pittosporacées (id., 25 janvier 1884, XXXI, p. 43).

Sur une manière de dénommer les diverses directions de courbure des ovules (id., 8 février 1884, XXXI, p. 67).

Sur les feuilles assimilatrices et l'inflorescence des *Danae*, *Ruscus*, et *Semele* (id., 22 février 1884, XXXI, p. 81).

Sur la situation des canaux sécréteurs dans les Clusiacées, les Hypéricacées, les Ternstroemiacées et les Diptérocarpacées (id., 28 mars 1884, XXXI, p. 141).

Sur les faisceaux libéroligneux corticaux des Viciées (id., 28 mars 1884, XXXI, p. 133).

Anatomie des Stylidiacées. — En collaboration avec M. MOROT; avec planche (Ann. Sciences nat. bot. 6e série, XIX, p. 281).

Monascus, genre nouveau de l'ordre des Ascomycètes (Bull. Soc. bot., 9 mai 1884, XXXI, p. 226).

Sur les canaux sécréteurs des Liquidambaracées et des Simarubacées (id., 23 mai 1884, XXXI, p. 247).

Développement de l'*Amylobacter* dans les plantes à l'état de vie normale (id., 27 juin 1884, XXXI, p. 283)

Coenonie, genre nouveau de Myxomycètes à plasmode agrégé (id., 11 juillet 1884, XXXI, p. 303).

Sur une anomalie des branches du Pin maritime (id., 11 juillet 1884, XXXI, p. 299).

Sur la structure et les affinités des Pittosporacées (id., 28 novembre 1884, XXXI, p. 323).

Structure et affinité des *Mastixia* (id., 12 décembre 1884, XXXI, p. 398).

Traité de botanique, 1 vol. gr. in-8° de 1656 pages avec 803 figures dans le texte. — Publication par fascicules, commencée en 1880, terminée en 1884. — (Paris-Savy, 1884).

Sur les canaux à gomme des Sterculiacées (Bull. Soc. bot. 9 janvier 1885, XXXII, p. 11).

Valeur morphologique des cellules annelées et spiralées des Cactées (id., 13 mars 1885, XXXII, p. 103).

Second mémoire sur les canaux sécréteurs des plantes (Ann. Sciences nat. 7e série, I, p. 5, 1885, 96 pages).

Observations sur la structure des Cabombées (Bull. Soc. bot. 11 décembre 1885, XXXII, p. 380).

Structure de la tige des Primevères nouvelles du Yun-Nan (id., 12 février 1886, XXXIII, p. 95).

Groupement des Primevères d'apres la structure de leur tige. — En collaboration avec M. DOULIOT (id., 26 février 1886, XXXIII, p. 126).

Transpiration et chlorovaporisation (id., 18 mars 1886, XXXIII, p. 152).

Structure et affinités du *Leitneria.* — En collaboration avec M. Lecomte (id., 26 mars 1886, XXXIII, p. 181).

Sur les tiges à plusieurs cylindres centraux (id., 9 avril 1886, XXXIII, p. 213).

Inversion du sucre de canne par le pollen (id., 9 avril 1886, XXXIII, p. 216).

Sur la polystélie. 50 pages et 3 planches. — En collaboration avec M. Douliot (Ann. sciences nat. bot. III. 1886, XXXIII, p. 275).

Observations sur la sortie des racines latérales et en général des membres endogènes (Bull. Soc. bot. 14 mai 1886, XXXIII, p. 252).

Sur la croissance terminale de la racine dans les Nymphéacées (id., 28 mai 1886, XXXIII, p. 264).

Sur la formation des racines latérales des Monocotylédones (id., 22 juillet 1886, XXXIII, p. 342).

Origine des radicelles et des racines latérales chez les Légumineuses et les Cucurbitacées (id., 26 novembre 1886, XXXIII, p. 494).

Eléments de botanique. — I. Botanique générale. 1 vol. in-12 de 479 pages avec 148 figures dans le texte. — Paris, Savy. 1886).

Sur la formation quadrisériée des radicelles dans les racines binaires des Phanérogames (Bull. Soc. bot. 14 janvier 1887, XXXIV, p. 11)

Disposition quadrisériée des bourgeons sur les racines binaires des Phanérogames (id., 28 janvier 1887, XXXIV, p. 49).

Sur les racines doubles et les bourgeons doubles des Phanérogames (Journal de botanique, I, p. 19; mars 1887).

Recherches sur la disposition des radicelles et des bourgeons dans les racines des Phanérogames (Ann. sciences nat. Bot. 7e série, V, p. 130, 1887).

Sur le second bois primaire de la racine (Bull. Soc. bot, 11 mars 1887, XXXIV, p. 101).

Origines des radicelles et des racines latérales dans les Rubiacées, les Violacées et les Apocynacées (id., 22 avril 1887, XXXIV, p. 150.)

Sur le réseau sus-endodermique de la racine des Crucifères (id., 25 mars 1887, 25 mars 1887, XXXIV, p. 221).

Sur le réseau sus-endodermique de la racine des Rosacées (id. 27 mai 1887, XXXIV, p. 221).

Sur le réseau sus-endodermique de la racine des Caprifoliacées (id., 24 juin. 1887, XXXIV, p. 251).

Structure de la racine et disposition des radicelles dans les Centrolépidées, Eriocaulées, Joncées, Maïacées et Xyridées (Journal de botanique, I, p. 303, 1887).

Sur les poils radicaux géminés (Ann. sciences nat. 7e série, XI, p. 127, 1887).

Oleina et *Podocapsa*, deux genres nouveaux de l'ordre des Ascomycètes (Journal de bot. I, p. 289, 1887).

Sur l'exoderme de la racine des Restiacées (Bull. Soc. bot. 25 novembre 1887, XXXIV, p. 348).

Sur le réseau sous-endodermique de la racine dans les Légumineuses et les Ericacées (id., 11 mai 1888, XXXV, p, 273).

Sur le réseau sous-épidermique de la racine des Géraniacées. — En collaboration avec M. Monal (id., 11 mai 1888).

Sur les plantes qui forment leurs radicelles sans poche (id., 25 mai 1888, XXXV, p. 278).

Sur la limite du cylindre central et de l'écorce dans les Cryptogames vasculaires — (Journal de bot. 1er novembre 1888, II, p. 369).

Sur le dédoublement de l'endoderme dans les plantes vasculaires (id., II, p. 404).

Hydroleucites et grains d'aleurone (id., 16 décembre 1888, II, p. 429).

Eléments de botanique. — II. Botanique spéciale (1 vol. in-12 de 468 pages avec 312 figures. Paris, Savy, 1888),

Sur les fibres libériennes primaires de la racine des Malvacées (Ann. sciences nat. Bot. 7e série, VII, p. 176).

Sur le réseau de soutien de l'écorce de la racine (Ann. sciences nat. 7e série VII, p. 375.

Recherches comparatives sur l'origine des membres endogènes dans les plantes vasculaires. — 1 vol. in-8⁰ de 660 pages avec 40 planches et 586 figures (id., 7e série, VIII, 1889).

Remarques sur la structure de la tige des Ophioglossées (Journal de botanique 1er décembre 1890, IV, p. 405).

Remarques sur la structure de la tige des Prêles (id., 1er novembre 1890, IV, p. 365).

Pericycle et péridesme (id., 16 décembre 1890, IV, p. 433).

Classification anatomique des Mélastomacées (Bull. soc. bot. 23 mars 1891, XXXVIII, p. 114).

Sur la structure et les affinités des Mémécylées (Ann. sc. nat. 7e série, XIII, p. 23, 1890, 70 pages et 1 planche).

Sur les tinoleucites (Journal de bot. 1er avril 1891, V, p. 101).

Sur les tubes criblés extralibériens et les vaisseaux extraligneux (id., 16 avril, 1891, V, p. 117).

Structure et affinités des Primevères du Thibet et de la Chine, récemment décrites par M. M. BUREAU ET FRANCHET (id., 1er mai 1891, V, p 133).

Structure et *affinités des Stachycarpus, genre nouveau de la famille des* Conifères (Bull. soc. bot. 10 avril 1891, XXXVIII, p. 161).

Structure et affinités des *Cephalotaxus* (id., 24 avril 1891, XXXVIII, p. 184).

Un nouvel exemple de tissu plissé (Journal de bot. 1er juin 1891, V, p. 165).

Sur la structure primaire et les affinités des Pins (id., 16 août et 1er septembre 1891, V, p. 265 et 281).

A propos des faisceaux criblés périmédullaires de la tige des Composées *liguliflores (id, V, p. 243).*

Nouvelles remarques sur la disposition des canaux sécréteurs dans les *Diptérocarpacées*, les Simarubacées et *les Liquidambaracées (id., 16* novembre 1891, V, p. 377).

Sur la germination du *Bupleurum aureum* (Bull. soc. bot. 27 novembre 1891, XXXVIII, p. 402).

Structure et affinités des *Abies* et des genres les plus voisins (id., 11 décembre 1891, XXXVIII, p. 406.

Sur la limite de la tige et de la racine dans l'hypocotyle des Phanérogames (Journal de bot. 16 décembre 1891, V, p. 425).

Addition aux recherches sur la structure et les affinités des Mélastomacées (Ann. des sc. nat. 7e série, Bot. XIII, p. 874).

Traité de Botanique, 2e édition, revue, augmentée, 2 vol. in-8⁰ en un volume de 1855 pages avec 1213 figures (publiée par fascicules en 1889, 1890, 1891, Paris, SAVY, 1891).

Deuxième addition aux recherches sur la structure et les affinités des Mélastomacées (Ann. des sc. nat. 7e série, Bot. XV, p. 369, 1892).

Sur la structure des Aquilariées (Journal de Bot., 16 juin 1892, VI, p. 217).

Eléments de botanique, 2e édition, revue et augmentée. I. Botanique générale. (1 vol, in-12, 520 pages et 231 figures. Paris, SAVY, 1891).

Avant-propos du mémoire de M. l'Abbé HUE intitulé: Lichenes exotici (Nouvelles archives du Muséum. 3e série, IV, 1892).

Sur les genres méconnus ou nouveaux de la famille des Thyméléacées (Bull. soc. bot. 27 janvier 1893, XXX, p. 65).

Sur *la classification des Basidiomycètes (Journ. de bot. 1er mars 1893,* VII, p. 77).

Recherches sur la structure et les affinités des Thyméléacées et des Pénéacées (Ann. de sc. nat. 7e série, XVII, p. 185, 1893, 110 pages et 1 planche.)

Eléments de botanique, II. Botanique spéciale, 2e édition revue et augmentée (1 vol. in-12 de 519 pages avec 332 figures. Paris, SAVY, 1893).

Sur la structure et les affinités du *Nuytsia* et des *Gaiadendron*, deux genres de Loranthacées non parasites (Bull. soc. bot. 24 novembre 1893, XI, p. 317).

Sur la structure de la fleur du *Nuytsia* et des *Gaiadendron*, comparée à celle des Loranthacées parasites (id., 8 décembre 1893, XL, p. 341).

Sur la structure et les affinités des prétendus genres *Nallogia* et *Triarthron* (id., 26 janvier 1894, XLI, p. 61).

Structure de la racine dans les Loranthacées parasites (id., 9 février 1894, XLI, p. 128).

Sur la classification des Loranthacées (id., 23 février 1894, XLI, p. 138).

Sur les *Loxanthera*, *Amylotheca* et *Treubella*, *trois genres nouveaux pour la tribu des Elytranthées dans la famille des Loranthacées (id., 13 avril* 1894, XLI, p. 257).

Aciella, genre nouveau de la tribu des Elytranthées dans la famille des Loranthacées (id , 8 juin 1894, XLI, p. 433).

Quelques genres nouveaux pour la tribu des Loranthées dans la famille des Loranthacées (id., 13 juillet 1894, XLI, p. 481).

Sur le groupement des espèces en genres dans les Loranthées à calice dialysépale et anthères basifixes (id., 27 juillet 1894, XLI. p. 497).

Quelques compléments à l'étude des Loranthées à calice dialysépale et anthères basifixes ou Phénicanthémées (id. 23 novembre 1894, XLI, p. 533).

Trithecantera, *Lysiana* et *Alepis*, trois genres nouveaux pour la famille des Loranthacées (id., 14 Décembre 1894, XLI, p. 597).

Sur les Loranthoïdées de la Nouvelle-Zélande (id., 11 janvier 1895, XLII, p. 23).

Sur les Loranthoïdées de l'Australie (id., février 1895, XLII, p. 81).

Sur le groupement des espèces en genres dans les Loranthées à calice dialysépale et anthères oscillantes ou Struthanthées (id., 22 février 1895, XLII, p. 161).

Sur les deux Loranthacées rapportées de Californie par M. DIGET: *Phoradendron Diguetianum* et *Dipodophyllum Digueti* (Bull. du Muséum, 1895, p. 30).

Sur le groupement des espèces en genres dans les Loranthées à calice gamosépale et à anthères basifixes ou Dendrophthoées soc bot. 22 mars 1895, XLII, p. 241.

Sur quelques plantes rapportées du Congo par M. LECOMTE (Bull. du Muséum, 1895, p. 164).

Sur le groupement des espèces en genres dans la tribu des Psittacanthées de la famille des Loranthacées (Bull. soc. bot. 10 mai 1895, XLII, p. 343).

Observations sur la structure et la déhiscence des anthères des Loranthacées, suivies de remarques sur la structure et la déhiscence des anthères en général (id., 24 mai 1895, XLII, p. 363).

Loxania et *Ptyschostylus*, deux genres nouveaux pour la tribu des Suruthanthées dans la famille des Loranthacées (id., 14 juin 1895, XLII, p. 385).

Sur le groupement des espèces en genres dans la tribu des Elytranthées de la famille des Loranthacées (id., 28 juin 1895, XLII, p. 433).

Sur le groupement des espèces en genres dans la tribu des Gaiadendrées de la famille des Loranthacées (id., 22 juillet 1895, XLII, p. 455).

Dédoublement du genre *Phoenicanthemum* d'après la structure des anthères (id., 26 juillet 1895, XLII, p. 489).

Sur les genres *Basicarpus*, *Stachyphyllum* et *Antidaphne*, de la sous-famille des Viscoïdées dans la famille des Loranthacées (id., 8 novembre 1895, XLII, p. 562).

Sur le genre *Arceuthobium*, considéré comme type d'une tribu distincte dans la famille des Loranthacées (id., 22 novembre 1895, XLII, p. 625).

Sur la structure et les affinités des *Tupeia*, *Ginalloa*, *Phoradendron* et *Dendrophthora* de la famille des Loranthacées (id., 13 décembre 1895, XLII, p 643).

Acrogamie et basigamie (Journal de bot. IX, 1895, p. 465).

Korthalsella, genre nouveau pour la famille des Loranthacées (Bull. soc. bot. 13 mars 1896, XLIII, p. 83).

Sur le groupement des espèces en genres dans les Ginalloées, Bifariées, Phoradendrées et Viscées, quatre tribus de la famille des Loranthacées (id., 24 avril 1896, XLIII, p. 161).

Quelques conclusions d'un travail sur les Loranthinées (id., 8 mai 1896, XLIII, p. 161).

Sur l'organisation florale des Balanophoracées et sur la place de cette famille dans la sous-classe des Dicotylédones inovulées ou Loranthinées (id., 26 juin 1896, p. 295).

Sur quélques exemples nouveaux de Basigamie et un cas d'Homoegamie (Journal de bot. 1er août 1896).

Sur les deux sortes de ramification verticillée isostique chez les êtres vivants (Ann. des sc. nat. 8e série, Bot. II, p. 351, 1896).

Sur les Phanérogames à ovules sans nucelle formant le groupe des Innucellées. (Bull. soc. bot. 27 novembre 1896, LXIII, p. 543).

Notice sur FERDINAND MÜLLER (Bull. du Muséum, 1896, p. 304).

Sur trois *Loranthus* de l'herbier de DESVAUX (id., 1896, p. 337).

Sur l'existence de feuilles sans méristèles dans la fleur de certaines Phanérogames (Rev. gen. bot. XIII, p. 471, 1896).

Origine exodermique des poils poststaminaux des sépales chez les Santalacées (Journal bot. XI, p 41, 1er février 1897).

Sur les caractères et les affinités des Grubbiacées (id., XI, p. 127, 16 avril 1897).

Sur les Phanérogames sans graines formant la division des Inséminées (Bull. soc. bot. 26 février 1897, XLIV, p. 99).

Sur les Phanérogames sans graines formant le groupe des Inséminées (Cpt-R. 22 mars 1897).

Sur les Inséminées sans ovules, formant la subdivision des Inovulées ou Loranthinées (id., 29 mars 1897).

Sur les Inséminées à ovules sans nucelle, formant la subdivision des Innucellées ou Santalinées (id., 5 avril 1897).

Sur les Inséminées à ovule pourvu d'une nucelle sans tégument, formant la subdivision des Integminées ou Anthobolinées (id., 12 avril 1897).

Sur les Inséminées à nucelle pourvu d'un seul tégument, formant la subdivision des Unitegminées ou Icacininées (id., 19 avril 1897).

Sur les Inséminées à nucelle pourvu de deux tégument, formant la subdivision des Bitegminées ou Heistérinées (id., 26 avril 1897).

Classification nouvelle des Phanérogames, fondée sur l'ovule et la graine (id., 3 mai 1897).

Structure de l'ovule et de la graine chez les Hydnoracées (Journal bot. 16 juillet 1897, XI, p. 233).

Morphologie de l'embryon et de la plantule chez les Graminées et les Cypéracées (Ann. des sc. nat. 8e série, Bot. III, p. 259, 1897).

Sur une nouvelle sorte de Basigamie (Journal bot. 16 octobre 1897, XI, p. 32?).

Sur l'élongation des noeuds (Ann. des sc. nat. 8e série, Bot. V, p. 155, 1898).

Sur le genre *Simmondsie*, considéré comme type d'une famille nouvelle, les Simondsiacées (Journal bot. 1er avril 1898, XII, p. 103).

Eléments de Botanique, 3e édition, revue et augmentée. — I. Botanique *générale, 1 vol. in-12, de 559 pages avec 235 fig. — II. Botanique spéciale, 1 vol. in-12 de 612 p. avec 315 fig.* Paris, MASSON, 1898).

Structure de fruit, germination et structure de la plantule dans la Nuytsie Bull. soc. bot. 13 mai 1898, XLV, p. 213).

Sur les Cnéoracées (Bull. du Muséum, 24 mai 1898, p. 241 (Ann. sc. nat. Bot. IX, p. 365, 1899).

Sur les Buxacées (Ann. sc. nat. 8e série, Bot. t. V. p. 289, 898. — Mémoire de 50 pages).

Sur le genre *Penthore*, considéré comme type d'une famille nouvelle les Penthoracées (Journal bot. 16 mai 1898, XII, p. 150. — Ann. sc. nat. *Bot. IX, p. 378, 1899, 8e série).*

Structure de quelques ovules et parti qu'on en peut tirer pour améliorer la classification (Journal bot. 1er juillet 1898, XII, p. 197).

Présentation à la Société botanique de la 3e édition des Eléments de Botanique, 2 vol. in-12, Paris-Masson, 1898 (Bull. soc. bot. séance du 13 mai 1898).

Avicenniacées et Symphorémacées. Place de ces deux nouvelles familles dans la classification (Journal bot. 16 novembre et 1er décembre 1898, XII, p. 345 et p. 353).

Deux genres nouveaux pour la famille des Coulacées (*Bull.* du Muséum, V, *p. 97, 28 février 1899*).

Sur les Coulacées (Journal bot. mars 1899, XIII, p. 69. — Ann. sc. nat. Bot. 8e série, X, p. 125, 1899).

Spores, diodes et tomies (Journal bot. avril 1899. XIII, p. 127).

Sur les genres *Actinidie* et *Sauravie*, considérés comme type d'une famille nouvelle, les Actinidiacées (id., juin 1899, XIII, p. 170. — Ann. sc. nat. 8e série, Bot. X, p. 187, 1898).

Discours prononcé à la Réunion générale annuelle des cinq Académies, le 25 octobre 1899).

Sur les Canellacées (Journal bot. septembre 1899, XIII, p. 266).

Sur les Fouquiériacées (id octobre 1899, XIII, p. 293).

Discours prononcé à la séance publique annuelle de l'Académie de Sciences le 18 Décembre 1899).

Sur les Parnassiacées (Journal bot. novembre 1899, XIII, p. 326).

Sur le genre *Neumannie*, considéré comme type d'une famille nouvelle, les Neumanniacées (id., décembre 1899, XIII, p. 361).

Sur les Stachyuracées et les Koerberliniacées (id., XIV, p. 1 janvier 1900).

Sur les nodules nourriciers du placente des Utriculaires (Bull. du Muséum VI, 30 janvier 1900).

Sur les Bixacées, les Cochlospermacées et les Sphérosépalacées (Journal bot. XIV, p. 32, février 1900).

Sur les prétendues affinités des Crucifères et des Papavéracées (Bull. du Muséum IV, p. 75, 20 février 1900).

Sur le genre *Hocquartie* (Journal bot. XIV, p. 65, mars 1900).

Sur les prétendues affinités des Plombagacées et des Primulacées (Bull. du Muséum, VI, p. 131, 27 mars 1900).

Sur la fréquente inversion de l'ovule et la stérilité corrélative du pistil dans certains *Statices* (Journal bot. XIV, p. 97, avril 1900).

Sur le genre *Erythrospermum* considéré comme type d'une famille nouvelle les Erytbrospermacées (id., XVI, p. 125, mai 1900).

Sur la structure de l'ovule et de la graine et sur les affinités des Salicacées (Bull. du Muséum, VI, p. 197, 2 mai 1900).

Sur le prothalle femelle des Stigmatées (Journal bot. XIV, p. 100, avril 1900)

Sur les genres *Penthaphylace* et *Corynocarpe* considérés comme types de deux familles distinctes, et sur les affinités de ces deux familles (id. XIV, p. 189, juillet 1900).

Sur les Dicotylédones du groupe Homoxylées (id., XIV, p. 259, p. 277, p. 330 septembre, octobre, novembre, décembre 1900, mémoire de 68 pages).

Sur le genre *Lophira* considéré comme type d'une famille distincte, les Lophiracées (id., XV, p. 169, juin 1901).

L'oeuf des plantes, considéré comme base de leur Classification (Ann. sc. nat 8e série, Bot. t. XIV, p. 213, novembre 1901).

Rhizanthème, genre nouveau de Loranthacées (Journal bot. XV, p. 362 novembre 1901).

Epiblépharide, genre nouveau de Luxembourgiacées (id., XV, p. 389, décembre 1901).

L'Hypostase, sa structure et son rôle constants, sa forme et sa position variables (Bull. du Muséum, VII, p. 24, décembre 1901).

Sur le genre *Beccarine*, de la famille des Dendrophthoacées (Journal bot. XVI, p. 1, janvier 1902).

L'hypostase dans le fruit et dans la graine (Bull. du Muséum, VII, p. 43 janvier 1902).

Deux Ochnacées nouvelles, intéressantes par leur habitat géographique (id., VIII, p. 47, janvier 1902).

Sétouratée, *Campylosperme* et *Bisétaire*, trois genres nouveaux d'Ochnacées (Journal bot. XVI, p. 33, février 1902).

La fleur dans les plantes vasculaire dites cryptogames (Bull. du Muséum, VIII, février 1902).

Subdivision du genre *Ochne* et constitution actuelle de la tribu des Ochnées (Journal bot. XVI, avril 1902).
L'embryon des Ochnacées et son emploi dans la définition des genres (Bull. du *Muséum*, VIII, *mars 1902*).
Le cristarque dans la tige et la feuille des Ochnacées (id., VIII, avril 1902).
Sur la préfloraison des Ochnacées (id., avril *1902*).
Quelques genres nouveaux d'Ochnacées. Constitution actuelle de la famille (id., mai 1902).
Sur l'homologie du „sac pollinique" et du „nucelle" chez les Endoprothallées ou Phanérogames (id., mai 1902).
Constitution nouvelle de la famille des Ochnacées (Journal de bot. XVI, *juin* 1902).
Périblépharide, genre nouveau de Luxembourgiacées (id., juillet 1902).
Germination et structure de la plantule chez lez Coulacées (id., juillet *1902*).
Cercouratée et *Monoporide*, deux genres nouveaux des Ochnacées (Bulletin du Muséum, juillet 1902).
Structure de l'ovule des Caricacées et place de cette famille dans la classification (id., juin, 1902).
L'Hypostase dans l'ovule et la graine des Rosacées (Ann. des Sc. nat. Bot. XVI, p. 59, juillet 1902).
Sur les *Ochnacées (Ann. sc. nat.* Bot. *8e série, Tome 16, p. 161, 1902.)*
Encore quelques genres nouveau d'Ochnacées. Tableau résumant la composition actuelle de la famille (Bulletin du Muséum, p. 543—549, novembre 1902).
Sur une Ourateé de l'Ascension (id., p. 614 – 615, décembre 1902).
Structure de l'étamine chez les Scrofulariacées (id., p 616, décembre 1902).
Sur l'hypostase (Ann. sc. nat. Bot. 8e série, t. 17. p. 347, 1903).
Structure de l'étamine chez les Scrofulariacées (id., p. 363).
Structure de l'ovule des *Caricacées* et place de cette famille dans la classification (id., p. 372).
Nouvelles observations sur les Ochnacées (id., Tome 18, 1903).
Sur les Columelliacées (id., p. 155—164).
Proboscelle, genre nouveau d'Ochnacées (Journal de Bot. Tome 17, p. 1, janvier 1903).
Biramelle et *Pléopétale*, deux genres nouveaux d'Ochnacées (id., page 96, *mars 1903)*.
Sur les Ancistrocladacées (id., p. 151, mai 1903).
Sur le genre *Strasburgérie* considéré comme type d'une famille nouvelle, les Strasburgériacées (id., p. 198, juin-juillet 1903).
Structure de l'ovule des Dichapétalacées et place de cette famille dans la classificatiou (id., p. 229, août-septembre 1903).
Sur l'androcée des Cucurbitacées (id., p. 319, octobre-novembre 1903).
Sur les Batidacées (id., p. 363, décembre 1903).
Quelques espèces nouvelles d'Ochnacées (1ère partie), (Bulletin du Muséum d'*Histoire* naturelle, p. 30, janvier *1903)*.
Quelques espèces nouvelles d'Ochnacées (2e partie), (id., p. 78, février 1903).
Notice nécrologique sur M. E. BESCHERELLE (id., p. 111, mars 1903).
Quelques espèces nouvelles des Ochnacées (3e partie), (id., p. 156, mars 1903).
Sur les Columelliacées (id., p. 233, mai 1903).
Liste des Ochnacées de Madagascar (id., p. 240, mai 1903).
Sur la germination des Ochnacées (id., p. 286, juin 1903).
Structure *et affinités* des *Erythroxylacées (id., p. 287, juin 1903)*.

Sur les Luxembourgiacées (Ann. sc. nat Bot. série 8, Tome 19, p. 1, 1904).
Structure de la tige des Calycanthacées (id., p. 305).
Sur les genres *Gaslondie* et *Psiloxyle* considérés comme membres certains de la famille des Myrtacées (id., p. 349—360).
Premiers indices de diodogénie chez les *Arhizophytes* et derniers vestiges de tomiogoénie chez les Rhizophytes (Journal de Bot. Tome 1, p. 5, janvier 1904).
Sur les faisceaux médullaires de la tige et du pédoncule floral des Godoyées (id., p. 63, février 1904).
Sur les franges sécrétrices des stipules et des sépales chez les Godoyées (id., p. 105, avril 1904).
Structure de la tige des Calycanthacées (Bulletin du Muséum, p. 68, 1904).
Sur les diverses sortes de méristèles corticales de la tige (Ann. sc. nat. Bot. série 9, Tome 1, p. 33, 1905).
Sur les Irvingiacées (id., p. 247).
Sur les Rhaptopétalacées (id., p. 321).
Sur la chambre gemmaire de quelques Légumineuses (id., Tome 2, p. 172, 1905).
Sur le genre *Octocnème*, considéré comme type d'une famille distincte, les Octocnémacées (Journal de Bot. XIX, p. 45, mars 1905).
Sur la stèle ailée de la tige de quelques Légumineuses (id., p. 186, novembre-décembre 1905).
Remarques sur la fleur femelle des Charmes, des Aunes et des Pacaniers (Ann. sc. nat. Bot. série 9, Tome 3, p. 368, 1906).
Sur la dissymétrie des feuilles distiques (id., p. 376, 1906).
Sur la dissymétrie des folioles latérales dans les feuilles composées (id., T. 4, p. 211, 1906).
Sur les Agialidacées (id., 223, 1906).
Sur les Héliotropiacées (id., p. 261, 1906).
Ailante et *Pongèle* (id., p. 272, 1906).
Quelques remarques sur les Trémandracées (id., p. 373, 1906).
Sur les verticilles foliaires hétérogènes (Journal de Bot. p. 103, 1906).
Eléments de Botanique — 4e édition — (2 volumes, Paris, Masson, 1906).
Supplément aux Ochnacées suivi d'une table alphabétique des genres et espèces qui composent actuellement cette famille (Ann. Sc. nat. Bot. série 9, Tome 5, p. 157, 1907).
Remarques sur l'organisation florale et la structure de l'ovule des Aracées (id., p. 312, 1907).
Structure du pistil et du fruit des Labiées, des Boragacées et des familles voisines (id., p. 321, 1907).
Sur les divers modes de placentation du carpelle (id., p. 351, 1907).
Sur les Anthères symétriqument hétérogènes (id., p. 364, 1907).
Une Graminée à tige schizostélique (id., p. 371, 1907).
A propos de la *Strasburgérie* (id., p. 375, 1907).
Sur les Inovulées. Première partie. Introduction, I. Ordre des Loranthinées 1. Alliance des Balanophorales (id., Tome 6, p. 125, novembre 1907).
Structure du pistil et de l'ovule du fruit et de la graine des Acanthacées. Dédoublement de cette famille (Ann. sc. nat. Bot. série 9, Tome 7, p. 1, 1908).
Restauration du genre *Hexacentre* dans la famille nouvelle des Thunbergiacées (id., p. 111, 1908).
Sur les canaux à mucilage des Pipérées (id., p. 117, 1908).

Remarque sur l'orientation de l'embryon des Caprifoliacées (id., p. 128, 1908).

Orientation de l'ovule dans le pistil et de l'embryon dans la graine chez les Valérianacées (id., Tome 8, p. 176, 1908).

Structure de l'ovule et direction de l'embryon dans la graine des Acanthées (Journal de Bot. p. 5—11, 1908).

Relation entre la production des Cystolithes et la conformation de la région stélique du pétiole dans la nouvelle famille des Acanthacées (id., p. 25—28, 1908).

Allocution prononcée en prenant le siège de Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences (Comptes-Rendus de l'Ac. des Sc. 2 novembre 1908).

Notice sur la vie et les travaux de PIERRE DUCHARTRE, lue dans la Séance publique anuelle de l'Académie des Sciences, le 7 décembrs 1908).

Remarques sur les Dipsacacées (Ann. des Sc. nat. Bot. série 9, Tome 10, p. 148, 1909).

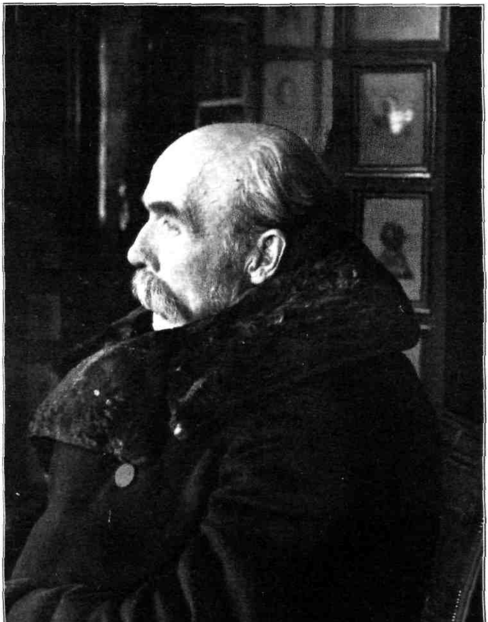
Classification nouvelle du groupe des Inovulées (Compt.-Rend. Acad. Sciences, Tome 150, p. 1715, 1910).

Notice sur la vie et les travaux de CLAUDE BERNARD, lue dans la Séance publique annuelle de l'Académie des Sciences, décembre 1910.

Place des Truriariées dans la classe des Monocotyles (Compt.-Rend Acad. Sciences, Tome 152, p. 1041 18 avril 1911).

Lépidariacées, famille nouvelle d'Inovulées (id., Tome 153, p. 1195 - 1199, 1911).

Notice sur la vie et les travaux de J. B. DUMAS, lue dans la Séance publique annuelle de l'Academie des Sciences, le 15 décembre 1912.



V. Wittrock

Axel Ekblom
phot. 1905.

Veit Brecher Wittrock.

Von
N. WILLE.

(Mit Bildnis.)

Obgleich Professor V. WITTROCK schon Jahre lang unter heftigen Krankheitsanfällen gelitten hatte, kam die Botschaft seines Hinscheidens doch überraschend für alle, die seine unbeugsame Willenskraft kannten sowie die zähe Widerstandskraft, die sein einstmals kräftiger Körper sich noch mit 75 Jahren bewahrt hatte. Sein Ende wurde auch nicht durch das langjährige Magenleiden herbeigeführt, das ihn beinahe den ganzen letzten Sommer ans Bett gefesselt, aber schon merkbare Besserung erfahren hatte, sondern eine plötzlich hinzutretende Lungenentzündung setzte seinem langen Wirken am 1. September 1914 ein Ziel.

VEIT BRECHER WITTROCK wurde am 5. Mai 1839 in Skogsbol, Kirchspiel Holm in Dalsland, im südwestlichen Schweden geboren. Sein Vater JOHAN MAGNUS WITTROCK, war damals Fahnenjunker beim Westgöta-Dals-Regiment, wurde aber schon im Jahre 1840 als Rechnungsführer und Verwalter der „Fryxell-Langenskjöldska Stiftelse“ auf Ekholmen, einem großen Gut im Kirchspiel Gunnarsnäs, ebenfalls in Dalsland, angestellt. Er war ein außerordentlich kräftiger Mann, der das hohe Alter von 86 Jahren erreichte und bis zuletzt seiner Tätigkeit als Verwalter des großen Wirtschaftsbetriebes mit ungeschwächter Kraft oblag. Seine Gattin INGRID DALIN wurde über 82 Jahre alt.

Zwischen Professor WITTROCK und seinem Vater bestand eine sehr große Familienähnlichkeit; sie waren beide praktisch veranlagte, für Verwaltungssachen besonders geeignete, tüchtige Männer von geradem, offenem Wesen und von strenger Redlichkeit. Wohl konnten sie beide in plötzlicher Heftigkeit aufbrausen, doch brachte ihr warmes Herz den Zorn bald zum Verschwinden, außer wenn es sich um Personen handelte, die Unredlichkeit offenbart oder sich unehrenhaft benommen hatten; denn mit solchen Menschen konnten sie sich niemals wieder aussöhnen.

Inmitten der schönen Natur von Ekholmen wuchs der junge VEIT auf, und dieser abwechselnden, reizvollen Naturumgebung ist es vielleicht auch zuzuschreiben, daß er schon als Kind ein lebhaftes Interesse für die Naturkunde an den Tag legte. Ver-

stärkte Anregungen in dieser Beziehung empfing er, als er 11 Jahre alt auf die Schule in Wenersborg kam und hier einen Mann als Lehrer erhielt, der sich warm für Naturwissenschaft, insbesondere für Botanik interessierte, und der es auch in seinem Unterricht verstand, das Interesse seiner Schüler hierfür zu wecken. Obwohl er den anregenden Unterricht des Lektors A. J. SAHLÉN nur 2 Jahre lang genoß, übte dies doch einen bestimmenden Einfluß auf sein ganzes späteres Leben aus, trotzdem der Unterricht des folgenden Lehrers in den nächsten 4 Schuljahren sein Interesse für Naturgeschichte keineswegs fördern konnte.

Im Frühjahr 1857 machte WITTROCK sein Studentenexamen an der Universität zu Upsala, und von 1858 an bis zum Sommer 1865 studierte er, mit Ausnahme eines Semesters, dort wesentlich Botanik und Zoologie.

Daß der kräftige, stattliche Student mit seinem heiteren Gemüt und dem schlagfertigen Mutterwitz an dem frohen Studentenleben jener Zeit sich lebhaft beteiligte, erscheint selbstverständlich. Er hatte ausgeprägt musikalischen Sinn und trat bei kleineren Studentengeselligkeiten als selbstverständlicher Leiter der Sänger auf. Später noch konnte man ihn in seiner heiteren, scherzhaften Weise von seinen Erlebnissen aus der Studentenzeit, den munteren Aufzügen und Begebnissen aus den damals nicht seltenen nächtlichen Kämpfen zwischen Studenten und Handwerksgesellen erzählen hören.

Einer seiner früheren Kameraden, der spätere Professor HJ. STOLPE, erzählte mir folgenden, den warmherzigen, ehrenhaften Charakter des Studenten offenbarenden Vorgang: In Upsala waren damals zwei adelige Studenten, die durch ihr zügelloses Leben allgemeine Entrüstung hervorriefen. Eines Tages wurde in der Stadt von einem besonders schlechten Streich erzählt, den sie begangen hatten; während nun STOLPE, der ebenfalls ein ungewöhnlich großer und kräftiger Mann war, abends in seinem Zimmer sitzt, klopft es an die Tür, und herein tritt WITTROCK, sichtbar stark erregt. „Hast Du schon gehört, was diese Grafen wieder angestellt haben? Wollen wir Beide nicht ihnen mal eine tüchtige Tracht Prügel geben?“ Jawohl, STOLPE war sofort einverstanden, und die Beiden machten sich auf den Weg, um die beiden Grafen aufzusuchen; zu ihrem Glück waren diese jedoch an diesem Abend nicht auf Abenteuer ausgezogen, und am nächsten Tag hatte natürlich die Vernunft der Entrüstung einen Dämpfer aufgelegt.

Doch ließ es WITTROCK während seines Aufenthalts an der Universität auch nicht an fleißiger Arbeit fehlen.

Im Sommer 1861 erhielt er von der damals bestehenden „Botaniska reseföreningen" eine Unterstützung und unternahm damit eine botanische Studienreise nach dem südlichen und südwestlichen Norwegen, um in der sogenannten Ilex-Region die Phanerogamenvegetation zu untersuchen. Er besuchte in diesem Jahre die zwischen Christianssand und Flekkefjord liegenden Bezirke. 1865 bereiste er mit Hilfe des „Sederholmske Stipendiums" teilweise dieselben Gegenden, vor allem aber auch die etwas nördlicher gelegenen Schären bei Haugesund. Zwar studierte er auf dieser Reise hauptsächlich die Meeresalgen und sammelte auch einige Süßwasseralgen, doch stellte er zugleich Beobachtungen an über die Phanerogamenflora, so daß seine 1869 erschienene Arbeit „Om Fanerogam- och Thallogamvegetationen i Skandinaviens Ilex-region" eine Frucht der Studien ist, die er auf diesen beiden Reisen gemacht hatte. In dieser Arbeit betont er, daß die eigentümlich südländische Vegetation Südwestnorwegens, die hier gewisse ewiggrüne Laubbäume aufweist, von der milden Wintertemperatur herrühren müsse, von der er ausdrücklich sagt: „Ja, selbst Italien besitzt in seinem nördlichen Teil kaum ein Klima, das mitten im Winter so mild ist wie das des südwestlichen Norwegens."

Schon früher hatte der damalige Professor der Botanik in Upsala, Professor J. E. ARESCHOUG, sein Interesse für das Studium von Meeresalgen geweckt, und im Sommer 1862 nahm er ihn für einige Wochen mit nach der Westküste Schwedens, nach Bohuslän. Hier konnte WITTROCK sich unter der Anleitung des erfahrenen ARESCHOUG sowohl im Einsammeln wie im Bestimmen von Meeresalgen üben. Aber anstrengend war diese Reise; denn ARESCHOUG verlangte, daß man frühmorgens um 5 Uhr schon ausrückte und Algen abschabte, so daß man zeitig am Vormittag wieder zurücksein konnte; auf diese Weise hatte man den Tag zum Präparieren, zur genaueren Untersuchung und zum Bestimmen der eingesammelten Pflanzen zur Verfügung.

Im Frühjahr 1865 legte WITTROCK seine philosophische Kandidatenprüfung ab und wählte dann zu seinem Spezialstudinm die Algen. Nach seiner Heimkehr von der norwegischen Reise in demselben Jahre, fing er auf den Rat seines Lehrers ARESCHOUG an, besonders die Ulvaceen zu studieren und gab 1866 seine Doktorarbeit „Forsök till en monographie öfver algslägtet MONOSTROMA" heraus. In dieser Arbeit legte er besonderes Gewicht auf den zellularen Aufbau der Arten, den man bisher über dem Studium der äußeren Form des Thallus vernachlässigt hatte; deshalb ist diese Arbeit auch grundlegend geworden für die spätere systema-

tische Bearbeitung nicht allein dieser Gattung, sondern auch der verwandten Gattungen *Ulva* und *Enteromorpha*.

Im Frühjahr 1863 machte WITTROCK auf Grund dieser Abhandlung seinen Doktor, und nach seiner Promotion zum „Philosophiae Doctor et Artium liberalium Magister“ wurde er am 31. Juli 1866 zum Dozenten der Botanik an der Universität Upsala ernannt.

Da ein Dozent an der schwedischen Universität, jedenfalls in den ersten Jahren, kein Gehalt bezog, bis er das sogenannte Dozentenstipendium erhalten konnte, aber auch dieses zu klein war, um davon leben zu können, mußte er sich Einnahmen durch Privatunterricht, teils an Studierende der Universität, teils in Schulen, verschaffen. So war er von 1865—1878 Lehrer in Botanik, Zoologie und teilweise auch des Englischen an „Upsala privata elementarläroverk“, ebenso war er auch mehrere Jahre lang Lehrer an ein paar andern Schulen. Daß er daran gedacht hat, seine Tätigkeit ganz der Schule zu widmen, scheint aus seiner Abhandlung „Algoliska Studier“ hervorzugehen, die 1867 erschien und als Probearbeit für ein Lehramt gedacht war, doch kam er jedenfalls bald hiervon ab und setzte seine Laufbahn als Dozent fort.

Upsala liegt ja weit von der See entfernt, und von Professor ARESCHOUG hatte er gelernt, bei seinen algologischen Untersuchungen besonderes Gewicht auf das lebende Material zu legen; deshalb war es natürlich, daß er sich nach und nach der Erforschung der Süßwasseralgen zuwandte, die in reichlichen Mengen in und um Upsala vorkommen. So behandelt er in seiner obengenannten Arbeit „Algologiska Studier“ die Bildung und Keimung der Zygoten bei einer neuen Art der *Mougeotia* (*M. punctata* Wittr.), sowie die Bildung von geschlechtslosen, unbeweglichen Sporen bei *Vaucheria*. Das Material zu diesen Untersuchungen hatte er in der Nähe von Upsala gesammelt. Aber auch wenn er seine Ferien bei den Eltern auf Ekholmen verbrachte, benutzte er jede Gelegenheit, die Süßwasseralgen der dortigen Umgebung zu studieren. Denn es war seiner Natur zuwider, müßig zu sein, und so benutzte er selbst seine Ferien zu algologischen Studien. Im Jahre 1866 machte er eine Reise nach Bohuslän und kam dabei auch in den südöstlichsten Teil Norwegens, in das Kirchspiel Asak, nordöstlich von Fredrikshald. Die hier, in Bohuslän und Asak, sowie die in Upsala und im Hause seiner Eltern betriebenen algologischen Untersuchungen hat er in einigen kleineren Abhandlungen veröffentlicht: „Bidrag till Sveriges Zygnemaceer och Mesocarpeer“ 1868, „Anteckningar om Skandinaviens Desmidiaceer“ 1869, „Dis-

positio Oedogoniacearum suecicarum" 1870 und „Oedogoniaceae novae, in Suecia lecta", 1872. Die Bedeutung dieser Abhandlungen liegt nicht nur darin, daß neue Arten beschrieben sind, sondern ganz besonders in der sorgfältigen Weise, in der sie beschrieben und abgebildet sind. Er stellte in bezug auf Genauigkeit nicht zum wenigsten an sich selbst sehr strenge Anforderungen und veröffentlichte nur, was von ihm gründlich und genau untersucht worden war. Diese seine ersten Arbeiten wurden in gewisser Weise bahnbrechend, was die genaue Artbeschreibung betrifft, die späterhin eine unumgängliche Forderung für das Studium der Süßwasseralgen wurde.

Im Jahre 1869 bereiste er die Gebirgsgegenden des südlichen Norwegens und bestieg dabei unter anderm den Gipfel des Gaustafjelds in Telemarken. Das Ergebnis dieser Reise, reiche Sammlungen an Süßwasseralgen — er bezeichnete besonders den Fuß des Gausta als sehr reich an Algen —, hat er aber später nicht bearbeitet.

Er besuchte dann 1870 mit einem Stipendium der „Vetenskaps Akademien" in Stockholm die interessanten Inseln Gotland und Öland, die sich besonders durch ihre vielen und merkwürdigen Formen der Mesocarpeen auszeichnen. 1872 veröffentlichte er seine vorzügliche Arbeit „Om Gotlands och Ölands sötvattensalger".

Im Jahre 1872 unternahm er eine Reise nach England und Irland. Hier traf er mit dem Algologen WILLIAM ARCHER in Dublin zusammen, der einen großen Ruf als gründlicher Kenner der Desmidiaceen genoß. Sie unternahmen zwar zusammen Studienausflüge in Irland, doch kam es zu keiner bemerkenswerten gemeinsamen Arbeit zwischen ihnen, da WITTROCK später das Studium der Desmidiaceen, das in so vorzüglicher Weise von seinen Freunden P. M. LUNDELL und O. NORDSTEDT fortgesetzt wurde, aufgab, um seine ganze Zeit vor allem den Conjugaten und insbesondere den Oedogoniaceen zu widmen. 1873 reiste er zunächst wieder nach Gotland und Öland, später nach Dänemark, Deutschland und Österreich; sowohl auf dieser wie auf der früheren Reise nach England studierte er in den verschiedenen Museen die Originalexemplare von Oedogoniaceen; seine Absicht war, diese Algen monographisch zu behandeln. N. PRINGSHEIMs Entdeckung der Befruchtung von *Oedogonium* und *Bulbochaete* war geeignet, eine gute Grundlage für eine systematische Bearbeitung dieser beiden Gattungen abzugeben, und dies wurde auch in vorzüglichster Weise von WITTROCK im Jahre 1874 ausgeführt in seiner Abhandlung:

„Prodromus Monographiae Oedogoniearum". In dieser Arbeit findet man mustergültige Beschreibungen von 105 Arten von *Oedogonium* und von 35 Arten der *Bulbochaete*; alle damals bekannten Arten der Erde sind hier kritisch behandelt. Die systematische Anordnung war so übersichtlich, und die Beschreibungen waren so genau, daß es späterhin sehr leicht war, die Arten dieser Familien zu bestimmen, was zuvor sehr unsicher und schwierig gewesen war. Im Jahre 1877 gab WITTROCK sein drittes großes Werk über Algen heraus: „On the development and systematic arrangement of the Pithophoraceae", in dem er die tropische Algengattung *Pithophora* von *Cladophora* trennt, mit der man sie früher zusammengemengt hatte. Er stellt eine Reihe von neuen Arten auf und gründet dies auf eine sorgfältige Untersuchung des Zellaufbaus und der Entwicklungsgeschichte; in ähnlicher Weise behandelte er 1878 die von ihm neu aufgestellte Algengattung „*Gonatonema*".

Von Professor J. E. ARESCHOUG war ein ausgezeichnetes Exsiccatenwerk über die Meeresalgen Skandinaviens herausgegeben worden, zu dem WITTROCK in seiner Jugend Beiträge eingesammelt hatte. Im Jahre 1876 faßte er nun selbst den Plan, ein ebensolches Werk über Süßwasseralgen herauszugeben und entwickelte seinen Plan auch vor seinem Freunde Professor O. NORDSTEDT, der sofort bereit war, sich daran zu beteiligen. Vom Jahre 1877 an gaben nun diese Beiden das bekannte Exsiccatenwerk heraus: „Algae aquae dulcis exsiccatae praecipue scandinavicae, quas adjectis algis marinis chlorophyllaceis et phycochromaceis". Im Jahre 1896 trat WITTROCKs Schüler, Professor G. LAGERHEIM, mit in die Redaktion ein, worauf die Herausgabe des Werks bis zum Jahre 1903 fortgesetzt wurde, als es mit Band 35 seinen Abschluß fand. Zusammen enthält diese Arbeit 1612 Nummern und ist zweifellos zurzeit die bedeutungsvollste Normalsammlung grüner und blaugrüner Algen.

Aber nicht nur durch seine Schriften, sondern auch als Lehrer wirkte Professor WITTROCK für die Entwicklung der Algologie. Neben dem Einfluß, den er auf seine etwas jüngeren, doch gleichzeitigen Kameraden in Upsala, die Algologen K. AHLNER, F. R. KJELLMAN, E. A. KLEEN, N. LAGERSTEDT und P. M. LUNDELL ausübte, hatte er auch mehrere besondere Schüler in der Algologie, nämlich den Finnländer ROB. BOLDT, den Schweden G. LAGERHEIM, den Dänen L. KOLDERUP-ROSENVINGE und N. WILLE aus Norwegen. Von ihnen kam ich als erster zu WITTROCK, und zwar im Herbst 1878, studierte $3^1/_2$ Monate unter seiner Anleitung und legte damit den Grund zu meiner Tätigkeit als Algolog.

Schon damals machte sich das Magenleiden bemerkbar, das Professor WITTROCK den ganzen letzten Teil seines Lebens über plagte. Ich erinnere mich, wie er bei meinem ersten Besuch auf der Kante seines Bettes saß und um den Magen ein großes wollenes Tuch gewickelt hatte. Von den Botanikern, die ihn besuchten, wurde es oft als Originalität aufgefaßt, daß er stets ungewöhnlich warm angezogen war; in späteren Jahren ging er sogar bis in den Sommer hinein im Pelz. Der Grund hierfür lag aber eben in seinem Magenleiden, das ihm einerseits fast stets ein frostiges Gefühl verursachte und sich anderseits zu heftigen akuten Anfällen entwickelte, sobald er sich auch nur die geringste Erkältung zuzog.

Er machte es sich deshalb zur Regel, seiner Gesundheit wegen stets möglichst warm gekleidet zu sein, und da er die vollkommen richtige Auffassung besaß, daß andere Menschen keinerlei Recht hätten, sich in die Art und Weise zu mischen, in der man für die Erhaltung seiner Gesundheit sorgt, wenn man damit nur nicht dem Recht anderer zu nahe tritt, so war ihm die Meinung anderer über seine Art, sich zu kleiden oder überhaupt sein tägliches Leben einzurichten, durchaus gleichgültig. Gesellschaften und Festlichkeiten, wo man in Gesellschaftsanzug erscheinen muß, besuchte er aus diesem Grunde im späteren Teil seines Lebens überhaupt nicht mehr.

Als Lehrer besaß WITTROCK hervorragende Eigenschaften, was wohl teils in einer natürlichen Begabung begründet lag, teils in seiner als Elementarschullehrer erworbenen Übung, und seine Begeisterung für wissenschaftliche Studien und Fortschritte wirkte auch im höchsten Grad anspornend auf seine Schüler. Infolge seiner unerschütterlichen Ehrlichkeit und Wahrheitsliebe prägte er ihnen stets ein, daß jede Beobachtung bis zum äußersten sorgfältig und auch so umfassend wie möglich gemacht werden müsse, da (nur teilweise) unvollständige Beobachtungen ein falsches Bild geben könnten. Die Abbildungen sollten photographische Genauigkeit besitzen. Gleichzeitig müsse die Ausführung aber doch auch schön sein, am liebsten ebenso schön wie die Natur selbst. Fehlte einer Abbildung die strenge Genauigkeit, so führte er wohl lächelnd ein Wort seines alten Lehrers J. E. ARESCHOUG an: „Die Figur ist bis zu einem gewissen Grad schematisch"; alles was nach Nachlässigkeit und Ungenauigkeit aussah, war ihm verhaßt. Er besaß eine sprudelnde gute Laune, die in jüngeren Jahren wohl noch stärker als in den langen Jahren der Krankheit zutage trat, und ein Scherz an rechter Stelle konnte unvergeßliche Lehren enthalten.

Als ich im Herbst 1878 nach Upsala kam, war dort noch kein eigentliches botanisches Laboratorium errichtet, in dem man hätte arbeiten können. Professor WITTROCK führte seine mikroskopischen Untersuchungen auf einem großen Tisch aus, der im Schlafzimmer seiner Privatwohnung stand. Hier räumte er mir einen Platz neben sich ein, und am selben Tisch saßen wir nun täglich und arbeiteten von 9 Uhr morgens bis 2 Uhr und von 4 Uhr nachmittags bis über den Abend hinaus, je nachdem es das Material erforderte. So lange es die Jahreszeit erlaubte, sammelten wir nämlich auf kurzen Ausflügen in der Umgebung von Upsala frische Algen, denn er war sehr darauf bedacht, mich möglichst mit lebenden Algen arbeiten zu sehen.

Die Bäume in der Nähe seines Hauses waren reichlich mit *Trentepohlia umbrina* (Kg.) Born. bewachsen, so daß es ganz von selbst kam, daß ich diese Alge näher studierte, wobei ich das Glück hatte, die Gametenkopulation beobachten zu können. WITTROCK veranlaßte mich, meine verschiedenen Beobachtungen, die alle unter seiner Aufsicht stattfanden, niederzuschreiben, und so gab ich meine erste algologische Arbeit heraus.

Als der Winter kam und kein frisches Material zu erhalten war, übergab er mir eine Sammlung Süßwasseralgen zur Bearbeitung, die F. R. KJELLMAN während einer der Expeditionen NORDENSKIÖLDs auf Novaja Semlja gesammelt hatte. Den Anfang der Bearbeitung dieses Materials machte ich unter der Anleitung von Professor WITTROCK, wurde aber kurz nachher von einem heftigen Lungenkatarrh befallen. Nun schickte er mir seinen eignen Arzt ins Haus, und da ein Zimmer, das er zu vermieten pflegte, gerade frei geworden war, ließ er mich in seine Wohnung ziehen, damit ich in bester Weise gepflegt würde, bis ich wieder soweit hergestellt wäre, um nach Haus zu reisen.

Schon im Jahre 1873 hatte WITTROCK neben seinen algologischen Studien angefangen, seine Tätigkeit der Morphologie, Biologie und Anatomie der höheren Pflanzen zuzuwenden. Doch war es nicht leicht, hier auf eigene Hand durchzukommen, und in Upsala waren zu jener Zeit keinerlei Hilfsmittel oder Anweisungen zu erhalten. Er reiste daher, um einige Hilfe zu finden, 1874 auf eigne Kosten nach Straßburg, wo er einige Wochen lang bei A. DE BARY arbeitete. Die Ergebnisse dieser Studien zeigten sich bald, denn schon im Jahre 1874 gab er eine kleine Abhandlung heraus „Anteckningar om dikotyledona jordstammar“ und im Jahre 1878 eine biologische, morphologische und anatomische Arbeit: „Om *Linnaea borealis* L.“. Den Gedanken zu dieser letzteren Arbeit

empfing er wohl noch besonders durch die Hundertjahrsfeier von LINNÉs Tod in dem genannten Jahre.

Auf Ersuchen der Leitung des „Högskoleföreningens" in Stockholm hielt er im Frühjahr 1873 zwei Reihen Vorlesungen in Stockholm über Reproduktion im Pflanzenreich. Im Herbst 1875 und Frühjahr 1876 wurde er berufen, in Upsala das Professorat für Botanik interimistisch zu übernehmen, und im Jahre 1877 sowie im Frühjahr 1878 unterrichtete er bei den wohl auf seine Anregung hin eingerichteten Übungskursen in Pflanzenanatomie. Unter den Botanikern, die pflanzenanatomische oder -morphologische Arbeiten herausgegeben haben, die jedenfalls zum Teil infolge seiner während dieser Kurse oder später teils in Upsala, teils in Stockholm gegebenen Anleitungen entstanden, sind zu nennen: E. ADLERZ, K. F. DUSÉN, C. LINDMAN, N. WILLE und TH. ÖRTENBLAD.

Als im Jahre 1878 ein neues außerordentliches Professorat für Botanik errichtet wurde, war es selbstverständlich, daß dies WITTROCK übertragen wurde, und zwar geschah dies am 24. August 1878, doch sollte seine Tätigkeit als Professor in Upsala nicht von langer Dauer sein. Schon am 13. November desselben Jahres wurde er nämlich von der „Kgl. Sv. Vetenskaps Akademien" berufen, zeitweise die Oberleitung der „Riksmuseums botaniska Samlingar" in Stockholm zu übernehmen während der Krankheit des Professors N. J. ANDERSSON, und am 26. desselben Monats wurde er als Lehrer der Botanik an „Stockholms Högskola" berufen.

Nun verlegte also Professor WITTROCK seine Wirksamkeit nach Stockholm, und nachdem Professor N. J. ANDERSSON seinen Abschied genommen hatte, wurde WITTROCK am 12. November 1879 von der „Vetenskaps Akademien" zum „Intendant för Naturhistoriska Riksmuseets Botaniska Afdelning och Professor Bergianus" ernannt.

Als „Professor Bergianus" übernahm WITTROCK die Verwaltung des Besitztums „Bergielund", das am 20. Dezember 1784 der „Vetenskaps Akademien" von Professor P. J. BERGIUS vermacht worden war unter der Bedingung, daß diese etwas über 7 ha große Besitzung als Gartenschule und zur Förderung des botanischen Studiums benutzt werden sollte.

Dies war der Anfang zu der Wirksamkeit, in der er sich seine größten Verdienste erwerben sollte, nämlich in der Gründung von Stockholms großartigem botanischen Garten, der ganz und gar sein Werk ist.

Viel fand sich aber, um anzufangen, nicht vor. Als er Bergielund übernahm, war der Garten, abgesehen von der eigentlichen

Gärtnerei, sehr verwahrlost und es fehlte vor allem an Geld, um hier Wandel zu schaffen. Ich studierte im Frühjahr 1881 Pflanzenanatomie bei Professor WITTROCK, und mit der ihm eigenen Herzlichkeit lud er mich ein, während der Abwesenheit seiner Familie bei ihm zu wohnen. Er benutzte damals jede freie Stunde, um im Garten zu arbeiten, befreite Gebüsch und Bäume von trocknen Zweigen und bearbeitete ein kleines Stück Land, das er mit seltenen, lehrreichen Pflanzen besäte.

Schon früher, als er noch in Upsala war, hatte er Interesse für den Aufbau keimender Pflanzen gefaßt, und nun in Stockholm stellte er einen ausgezeichneten Zeichner, A. EKBLOM, an, der später unter WITTROCKs sorgfältiger Beaufsichtigung eine außerordentlich große Menge Abbildungen mit größter Genauigkeit ausführte. Mehrere Jahre hindurch wurden unter seiner Anleitung die genausten Abbildungen hergestellt über die Gefäßstrangverzweigung und andere Eigentümlichkeiten bei den Kotyledonen und Primordialblättern einer großen Anzahl den verschiedensten Familien angehörender Pflanzenarten. Einen kurzen Bericht über einige vorläufige Ergebnisse erstattete er auf dem skandinavischen Naturforscherkongreß in Stockholm 1880: „Några bidrag till det hypokotyla internodiets samt hjertbladens morfologi och biologi", aber leider sind die meisten dieser vorzüglichen Abbildungen später nicht bearbeitet worden, da andere Fragen sein Interesse gefangen nahmen.

Schon 1882 zog er sich vom Unterricht an Stockholms „Högskola" zurück, da dies ihm zu viel Zeit für seine Forschertätigkeit raubte; zu seinem Nachfolger wurde Professor Dr. E. WARMING ernannt.

Für die Sammlungen des „Riksmuseet", wo sich bisher fast ausschließlich nur Herbarien vorfanden, suchte er Spiritussammlungen einzuführen, und zwar insbesondere von schwedischen Pflanzenarten auf verschiedenen Entwicklungsstufen und von sonstigen morphologisch lehrreichen Gegenständen; aber sein Interesse wandte sich immer mehr dem Studium lebender Pflanzen zu.

Während eines Aufenthalts an einem Badeort in Südschweden besserte sich sein Leiden nicht, was ihn aber nicht abhielt, auch dort seine Studien fortzusetzen. Hierbei wurde er auf die schönen Formen der Gattung *Erythraea* aufmerksam, die dort wuchsen; er fand unter ihnen eine neue Art, *E. glomerata* Wittr., und auch einige bisher unbekannte Formen. Nachdem sein Interesse dadurch erst einmal wachgerufen war, studierte er nun die schwedischen Formen dieser Gattung sehr eingehend und gab 1884—1890 „Ery-

thraeae exsiccatae, Fasc. I—IV" heraus, ein Werk, in dem die *Erythraea*-Arten aller Länder behandelt sind. Dieses Exsiccatenwerk ist mit besonderer Sorgfalt ausgeführt, denn es bringt nicht nur eine große Reihe von Exemplaren, sondern auch ausführliche Beschreibungen mit analytischen Abbildungen von Krone und Staubfäden bei kritischen Formen.

Gänzlich hatte er jedoch seine algologische Forschungsarbeit noch nicht aufgegeben. Im Jahre 1881 machte er mir einen kurzen Besuch in Kristiania, wobei wir zusammen mit dem Algologen M. FOSLIE nach Horten reisten, um dort Meereschlorophyceen für sein und NORDSTEDTs Exsiccatenwerk einzusammeln. 1883 erschien seine interessante Arbeit: „Om snöns och isens flora", die sich besonders auf die sorgfältige Untersuchung des von schwedischen arktischen Expeditionen gesammelten Materials aufbaute.

Im Jahre 1885 vertrat er als Beauftragter der Regierung Schweden auf der Landwirtschaftlichen Ausstellung in Budapest. Zusammen mit L. J. WAHLSTEDT gab er in dem für diese Ausstellung bestimmten „Katalog über schwedische Sämereien" eine kurze Darstellung über die Naturverhältnisse und die Getreideerzeugung Schwedens. Die Wochen, die er in Budapest verbringen mußte, benutzte er dazu, sich mit der ungarischen Flora bekannt zu machen und die Geschlechtsverhältnisse der Gattung *Acer* im Vergleich zu den einschlägigen Verhältnissen bei Stockholm zu studieren („Om kjönsfördelingen hos *Acer platanoides* L. och en del andra *Acer*-Arter. 1886"). Auf der Rückreise hielt er sich einige Tage in der Hohen Tatra auf und studierte hier nicht nur die Phanerogamenflora, sondern auch die vorkommenden Algen. Das Ergebnis dieser letzten Studien hat er in der Abhandlung „Om Binuclearia" 1886 veröffentlicht.

Doch bald sollte eine gewaltige neue Arbeit seine Zeit und sein Interesse in hohem Maße beanspruchen. Die Stadt Stockholm hatte sich so stark entwickelt, daß Bergielund mit in das Stadtgebiet eingemeindet wurde, was die Anlage von Straßen nötig machte. Dadurch wurde aber das alte BERGIUSsche Besitztum für seine Zwecke gänzlich unbrauchbar, und WITTROCK schlug deshalb der „Vetenskaps Akademien" vor, die Besitzung zu verkaufen und neues Land zu erwerben, das dem Zweck, den BERGIUS mit seiner Gabe gehabt habe, wirklich entspräche.

Hierbei entspann sich zwischen WITTROCK und mehreren seiner Kollegen in der „Vetenskaps Akademien" ein ziemlich heftiger Streit, denn der Wirtschaftsausschuß der Akademie wollte das Besitztum für den von der Kommune Stockholms gebotenen, ver-

hältnismäßig niedrigen Preis verkaufen. WITTROCK widersetzte sich dem aufs entschiedenste, und nach teilweise recht heftigen persönlichen Zusammenstößen gelang es ihm schließlich, seinen Willen, die Besitzung nicht unter dem dreifachen von der Kommune gebotenen Preis zu verkaufen, durchzusetzen. Ich war von 1883 bis 1886 als Assistent Professor WITTROCKs an der brasilianischen Abteilung des Riksmuseums tätig und damals oft Zeuge der sehr bitteren Kritik, der er ausgesetzt war wegen seines Eigensinns, wie man es nannte, der ihn dies für ausgezeichnet gehaltene Angebot ausschlagen ließ. 1884 aber gelang es wirklich, das Besitztum an eine Handelsgesellschaft sogar für eine etwas höhere Summe zu verkaufen, als WITTROCK verlangt hatte, nämlich für 1 020 000 Kr. Als nun die Handelsgesellschaft unmittelbar darauf ein ganz kleines Stück der Besitzung mit sehr großem Verdienst verkaufte, wurden „Vetenskaps Akademien" und WITTROCK Gegenstand heftiger Zeitungsangriffe, weil man zu billig verkauft hatte. Nicht unerwähnt darf aber hier bleiben, daß kurz darauf ein großer Bankrach in Stockholm eintrat, und daß die Handelsgesellschaft, unzufrieden mit ihrer Spekulation, sogar versuchte, „Vetenskaps Akademien" zu zwingen, den Kauf rückgängig zu machen, was ihr jedoch nicht gelang. Nun endlich schwieg die Kritik; dem vorausschauenden Blick WITTROCKs widerfuhr somit volle Gerechtigkeit.

Diese Episode habe ich so ausführlich erzählt, weil die bitteren Fehden, die WITTROCK in dieser Angelegenheit durchzukämpfen hatte, in hohem Maße dazu beitrugen, seine Verachtung für die Meinung des sogenannten Publikums noch zu erhöhen, und da er in dieser Beziehung selten mit seinen Anschauungen zurückhielt, verschaffte ihm dies manchen Feind.

Als Platz für das neue Bergielund hatte er eine etwa 32 Hektar große, in schöner Umgebung gelegene Besitzung, Haga-Frescati, ausersehen und auch gekauft. Die Besitzung lag etwa 5 km im Norden von Stockholm auf einer Landspitze, die sich hinaus in den Binnensee Brunnsviken erstreckte. Dieses für 230 000 Kr. angekaufte Gelände wurde am 14. März 1886 in Besitz genommen. Zunächst wurde hier eine Gartenabteilung mit Gartenschule eingerichtet, viel größer und viel besser ausgestattet als das gesamte vorige Bergielund; außerdem aber hatte man hier Platz genug (etwa 10 Hektar), um einen wirklichen botanischen Garten anzulegen. Anlage- und Betriebsgelder hierzu hatte man ja in den Zinserträgnissen des Überschusses von der für die alte Besitzung erhaltenen Verkaufssumme.

Die Übersiedlung erfolgte im Jahre 1886, aber die Anlage des neuen botanischen Gartens erforderte eine außerordentlich große Arbeit. Ein neues Haus für den Direktor mußte gebaut werden, und der ganze Garten mußte in dem schönen, aber sehr schwierigen Gelände von Grund aus angelegt werden, was eine Menge Aufräumungsarbeiten und Felssprengungen veranlaßte. Überall hielt WITTROCK ganz allein die Zügel der Leitung in der Hand, und trotz seiner Kränklichkeit entwickelte er eine geradezu überwältigende Willens- und Arbeitskraft. Er versuchte, botanisch kundige Gärtner anzustellen, um in ihnen eine Hilfe zu haben, doch entsprachen sie im Hinblick auf Fleiß und Tüchtigkeit nicht seinen Anforderungen, so daß er sie wieder entließ. Allein hat er also den Plan aller der großen Arbeiten entworfen und ihre Ausführung persönlich überwacht, die den „Bergianske trädgaarden" zu einem der schönsten und wohlgeordnetsten der mittelgroßen botanischen Gärten der Welt machen.

Von 1890 an gab er als Zeitschrift des Gartens „Acta Horti Bergiani" heraus, wovon fünf große Bände erschienen sind. Er gibt hier eine Übersicht über die Entwicklung des Gartens, und hier veröffentlichte er auch die Untersuchungen, die sowohl von ihm selbst wie von seinen Assistenten S. G. BLOMQUIST, H. DAHLSTEDT, O. JUEL, C. LINDMAN, E. LUNDSTRÖM, G. O. MALME, S. MURBECK, BJ. PALM und B. SYLVÉN mit dem Material des Gartens ausgeführt worden sind. Der Garten bekam jedoch nicht nur Bedeutung in wissenschaftlich botanischer Hinsicht, sondern auch als Versuchsstation für Gartenbau und Kunstgärtnerei. Alljährlich wurde eine reiche Auswahl verschiedener Sorten Zierpflanzen und Küchengewächse angeschafft, die mit ihren erklärenden Schildern dem Publikum und vor allem den Schülern der benachbarten Gartenbaulehranstalten zur Belehrung dienten. Konnte er die Besucher des Gartens belehren, kam es ihm auch nicht so genau auf die Zeit an; unermüdlich konnte er sie stundenlang herumführen.

Er besaß eine sehr scharfe Beobachtungsgabe, und wenn er in seinem Garten herumging, nahm er allerlei Eigentümlichkeiten wahr, an denen andere ahnungslos vorübergingen, die er aber mit der Gründlichkeit, die ihm eigen war, studierte. So entstand seine „Biologiska ormbunkstudier" 1891, worin eine Reihe von Studien und Beobachtungen niedergelegt sind über die Lebensdauer der Farnblätter und ihre Fähigkeit, vermittels ihrer Oberfläche Wasser aufzusaugen, ferner seine Arbeit: „Über die höhere epiphytische Vegetation in Schweden" 1894, in der er alle Be-

obachtungen zusammenfaßt, die er teils selbst, teils durch andere über *nur epiphytisch in Schweden wachsende Pflanzen* hat anstellen können.

Vor allem aber widmete er sich der Untersuchung von vielförmigen Pflanzen, die er im Garten zog zu Vergleichsstudien mit getrockneten Exemplaren, die er sich sonst hatte verschaffen können. Viele Jahre hindurch interessierte er sich z. B. für die Gattung *Aquilegia*, von der er eine große Menge Arten und Hybriden zog. Anfänglich lag es gewiß in seiner Absicht, eine Monographie dieser Gattung auszuarbeiten. Der Zeichner A. Ekblom hat nach seinen Anweisungen Hunderte der genauesten farbigen Abbildungen hergestellt; es stellte sich aber heraus, daß der Druck aller dieser Abbildungen so große Summen erforderte, daß er die Hoffnung, sie veröffentlichen zu können, aufgeben mußte. Statt dessen nahm er die Arbeit mit verschiedenen schwedischen Pflanzenarten auf, die er weit vielförmiger fand, als man früher gemeint hatte.

Im Jahre 1897 erschien seine große Arbeit über *Viola tricolor* L. (Viola-Studier I) mit 14 vorzüglich ausgeführten Tafeln. Hier weist er sehr eingehend nach, daß diese alte Sammelart, die übrigens teilweise schon früher in mehrere Sonderarten geteilt worden war, aus mehreren selbständigen Arten mit gut gekennzeichneten Spielarten bestand. Da diese mit nahestehenden Arten bastardieren konnten, ging er näher auf den Ursprung und die Geschichte der gezüchteten Veilchen ein, worüber er ebenfalls eine sehr gründliche Arbeit (Viola-Studier II) herausgegeben hat.

Später stellte er eingehende Beobachtungen über die Formen vieler verschiedener Pflanzenarten an sowie über ihre biologischen Eigenschaften, und in seinen hinterlassenen Papieren werden große Mengen von vorzüglichen Abbildungen zu finden sein, die die Vielförmigkeit bei *Pirus Malus, Quercus Robur, Stellaria media, Trifolium repens* und vielen anderen Arten, die zu beleuchten es ihm an Zeit gebrach, zur Anschauung bringen.

Seine Bewunderung für Linné und seine Jugendliebe für *Linnaea borealis* blieben im Laufe der Jahre unverändert. Zur Zweihundertjahrfeier der Geburt Linnés gab er eine ausgezeichnete übersichtliche Darstellung vom Leben und Wirken Linnés heraus in seinem "Några ord om Linné och hans betydelse för den botaniska vetenskapen" und außerdem eine große Arbeit über *Linnaea borealis* mit 13 Tafeln. In dieser letzteren Abhandlung sondert er nicht weniger als 140 skandinavische Formen dieser früher für so einförmig gehaltenen Art aus, beschreibt jede einzelne und gibt Abbildungen von ihnen. Diese Arbeit ist angegriffen worden, weil

Wittrock darin Formen nach verhältnismäßig unbedeutenden Merkmalen aufgestellt habe, z. B. nach der Farbenzeichnung der Blumenkrone, und weil es nicht ausgeschlossen sei, daß viele dieser Formen Spaltungsformen nach Kreuzung einiger weniger ursprünglicher Formen sein könnten.

Diese Kritik ist meiner Meinung nach unberechtigt; denn eine andere und spätere Arbeit ist es, den Erweis zu liefern warum soviele verschiedene Formen der Pflanzenarten auftreten Wittrock wollte in seiner Arbeit nur feststellen, daß selbst bei Pflanzenarten, die man für konstant hielt, ein außerordentlicher Reichtum abweichender Formen vorhanden ist. Es ist nämlich vollkommen richtig, was er einmal in seiner treffenden Weise zu mir sagte: „Man hat gemeint, daß nur gewisse Gattungen, wie *Hieracium, Taraxacum, Rosa, Rubus* und einige andere vielförmig seien, aber ich sage Dir, für jede einzige Gattung und für jede einzige Art trifft das zu, selbst für die unserer schwedischen Arten, die man für die konstantesten hält."

Viele Jahre hindurch machte er in dieser Weise Vorstudien zu einer ausführlichen Arbeit über die skandinavischen Fichtenformen. Ganze Pakete mit Notizen und Aufzeichnungen hierüber dazu Tausende von Abbildungen hatte er liegen; doch die Kräfte versagten ihm. Als ich ihn im Herbst 1913 zum letztenmal besuchte, äußerte er, er fühle, daß er nicht imstande sei, seine Arbeit über die Fichte seinem ursprünglichen Plan gemäß durchzuführen er wolle sich deshalb darauf beschränken, eine Auswahl der wichtigsten Abbildungen mit Beifügung einer sehr ausführlichen Erläuterung der Figuren herauszugeben, so daß wenigstens die Abbildungen künftigen Forschern zunutze kämen. So geschah es auch, denn kurz vor seinem Tode erschienen 28 vorzügliche Tafeln mit 91 Seiten Erläuterungen.

Wie man sieht, legte Wittrock immer größeres Gewicht auf möglichst zahlreiche und äußerst genaue Abbildungen; insbesondere zeichneten sich daher seine späteren Arbeiten durch ihre vielen und mit peinlicher Sorgfalt ausgeführten Tafeln aus. Da die ihm für solche Zwecke seitens der Wissenschaftlichen Akademie zur Verfügung stehenden Mittel zur Bestreitung der großen Kosten einer so reichen Illustration natürlich nicht ausreichten, bezahlte er das Fehlende, was in der Regel den Hauptteil ausmachte, aus seiner eignen Tasche. Er hatte von seinem Vater ein kleines Vermögen geerbt, das er gegen den Rat aller Sachverständigen in einer großen Eisenaktiengesellschaft angelegt hatte. Das Glück begünstigte ihn. Die Gesellschaft entwickelte sich so günstig, daß sich di

Zinsen seines angelegten Kapitals allmählich fast verdreifachten. Er selbst stellte nur sehr geringe Ansprüche ans Leben, und was er von seinen jährlichen Einkünften ersparen konnte, verwandte er zu wissenschaftlichen Zwecken. Seine Uneigennützigkeit war geradezu bewunderungswürdig. Als er am 1. Juni 1904 seine Stellung als Intendant der botanischen Abteilung des Riksmuseums aufgab, behielt er sein Amt als „Professsor Bergianus" und knüpfte daran nur die Bedingung, daß er für die von ihm geleistete Arbeit ein jährliches Gehalt von 1000 Kronen und freie Wohnung haben sollte. Doch meinte er lächelnd: „Ich gebe ja meiner Institution jährlich viel mehr als diese 1000 Kronen."

Dem „Hortus Bergianus" hat er die großartigste Bildersammlung von berühmten Botanikern geschenkt, die es überhaupt gibt. Schon von Jugend auf hatte er sich für die Geschichte der Botanik interessiert und angefangen, Bilder von Botanikern zu sammeln.

Je älter er wurde, je mehr wuchs diese Liebhaberei bei ihm, und als seine ökonomischen Verhältnisse es ihm erlaubten, kaufte er überall, wo er konnte, Bilder für seine Sammlung; außerdem erhielt er viele von Freunden, die sein lebhaftes Interesse hierfür kannten, geschenkt. Er ließ die Bilder nach und nach zum großen Teil einrahmen und hängte sie in seiner Wohnung auf, wo sie alle Wände in den Zimmern und im Treppenhaus bedeckten. 1905 zählte seine Sammlung bereits 4083 solcher Bilder, hiervon waren 3743 Bilder von Botanikern, später hat sich diese Zahl sicher verdoppelt. Sein Katalog über die Sammlung („Catalogus Illustratus Iconothecae Botanicae Horti Bergiani" Part I 1903, II 1905), enthält außer 197 Tafeln mit Wiedergabe von Bildern eine so große Menge biographischer Daten, daß er für alle Zeiten ein Hauptwerk für die Geschichte der Botanik sein wird.

Er bestimmte in seinem Testamente auch, daß 20,000 Kronen seines hinterlassenen Vermögens an die Bergielund-Stiftung fallen sollten als ein Fonds, dessen Zinsen zu Reisestipendien verwendet werden sollten, und zwar für die Angestellten des Gartens und für die aus der dortigen Gartenbauschule als fertig ausgebildet entlassenen Schüler.

Ein praktischer Mann, wie er war, hatte Professor WITTROCK auch starke Gemeininteressen; der konservativen und nationalen Richtung angehörend, interessierte er sich lebhaft für Politik. Als Anfang der 80er Jahre die Frage nach dem Schutzzoll aufkam, schloß er sich eifrig den Schutzzöllnern an, und seiner finanziellen Stütze ist es hauptsächlich zuzuschreiben, daß die konservative Zeitung „Svenska Dagbladet", ein Hauptorgan der Anhänger des

Schutzzolls, im Herbst 1884 gegründet wurde. Mehrere Jahre lang war er Vorsitzender in der Direktion der Zeitung, und in den ersten schwierigen Jahren wurde sie beinahe ausschließlich durch ihn erhalten.

Es war daher ganz natürlich, daß er von der protektionistischen Rechtenpartei als Kandidat für die 2. Kammer des schwedischen Reichstags aufgestellt wurde, als diese im Jahre 1887 mit einer eignen Liste in Stockholm auftrat. Wegen eines Formfehlers wurden die Stimmen der liberalen Mehrheitspartei als ungültig erklärt, und so geschah es, daß WITTROCK mit den übrigen „protektionistischen" Kandidaten in Stockholm an den Verhandlungen des Reichstags 1888—90 teilnahm. Ihrerseits hatte auch die Mehrheitspartei versucht, die Ungültigkeit der protektionistischen Stimmen herbeizuführen mit der Begründung, daß Professor WITTROCK nicht als schwedischer Bürger angesehen werden könne, weil sein Großvater aus Holstein eingewandert sei. Dieser spitzfindige Versuch scheiterte natürlich, aber ihm selbst bereitete es viel Vergnügen, daß er, der sich so ganz schwedisch fühlte und in ausgeprägter Weise national gesinnt war, als Ausländer betrachtet werden sollte.

Wer Professor WITTROCKs große praktische Tüchtigkeit kannte und seine Gabe, klar und scharf zu sprechen, sowie seine Schlagfertigkeit in der Debatte, hatte wohl von seinem Auftreten im Reichstag mehr erwartet, aber die für ihn so charakteristische Genauigkeit und Gewissenhaftigkeit veranlaßten, daß er sich höchst ungern öffentlich über Sachen äußerte, die er nicht vollständig durchgearbeitet hatte. Er klagte auch oft darüber, daß man im Reichstag nicht Zeit genug hätte, sich gründlich mit den vielen Sachen bekannt zu machen, die zur Behandlung vorlagen. Er stellte daher nur 2 Vorschläge: Im Jahre 1889 beantragte er für den „Svenska Turistföreningen" die Bewilligung eines jährlichen Beitrags von Kr. 3000; es gelang ihm, diesen Vorschlag durchzusetzen, was für die Entwicklung des Vereins in der ersten schwierigen Zeit von sehr großer Bedeutung war. Der zweite Vorschlag über „Lovbestemmelser for at hindre udbredelsen af Ugræs" (Gesetzliche Bestimmungen, um die Ausbreitung des Unkrauts zu hindern) fand dagegen keinen Beifall im Reichstag. Die schwedische Landwirtschaft war damals noch nicht so weit fortgeschritten, daß man verstanden hätte, welch ein gefährlicher und kostspieliger Feind das Unkraut für den Landmann ist. Später haben einsichtsvolle Männer bitterlich bedauert, daß WITTROCKs Vorschlag seinerzeit nicht angenommen wurde, und man hat versucht, den Fehler soweit möglich wieder gutzumachen.

In den späteren Jahren beteiligte er sich nicht mehr aktiv am politischen Leben; er schlug es ab, sich für die erste Kammer des Reichstags zur Wahl zu stellen, und „Svenska Dagbladet" wurde von anderen übernommen. Er behielt jedoch seine starken konservativen und nationalen Interessen, aber von neuen öffentlichen Stellungen nahm er 1897 nur die eines Mitgliedes der Direktion für die Schulen Stockholms an, sowie die eines Inspektors für „Högre Realläroverket".

Sein Gesundheitszustand schwankte auch immer mehr. Im Jahre 1897 hatte er unter einem so heftigen Krankheitsanfall zu leiden, daß alle der Überzeugung waren, nun sei sein Ende gekommen, doch seine Riesenkräfte siegten. Die Anfälle wiederholten sich aber immer häufiger und immer heftiger. Sein größter Kummer war, daß er infolge seiner Krankheit so viel kostbare Arbeitszeit verlor; um so mehr nutzte er aber dann die Zeit aus, wann er sich wohl befand, oder wenigstens wenn er arbeitstüchtig war, denn ganz frei von Schmerzen war er niemals. Er aß nur die wenigen Speisen, von denen er aus Erfahrung wußte, daß sie ihm unschädlich waren; er ging zur Ruhe, sobald er sich müde fühlte, und setzte sich an den Arbeitstisch, wenn er erwachte und sich ausgeruht fühlte, selbst wenn es mitten in der Nacht war. Keine Minute ging ihm verloren, deshalb konnte er auch trotz seiner Kränklichkeit so viel ausrichten. Wenn die Jahreszeit und seine Kräfte es erlaubten, arbeitete er draußen im Garten, was ihn die beste Erquickung dünkte.

Im Jahre 1875 verheiratete er sich mit KRISTINA CHARLOTTA SOFIA DANIELSSON; sie hatten eine Tochter (geb. 1878), später verheiratet mit Professor Dr. RUBEN BERG an Stockholms „Högskola", und zwei Söhne. Von diesen ist der ältere, GEORG WITTROCK (geb. 1876), Dozent an der Universität zu Upsala; der jüngere, HENRIK WITTROCK (geb. 1880), interessierte sich zuerst für Botanik und veröffentlichte auch ein paar botanische Abhandlungen; später hat er aber als sein Hauptfach Geographie erwählt und ist jetzt Aktuarius am Statistischen Zentralbureau in Stockholm. Ihrer Kränklichkeit halber hat sich Frau WITTROCK in den letzten 20 Jahren fast immer im südlichen Schweden aufhalten müssen. Je mehr die Kinder heranwuchsen, in Amt und Würden kamen und sich verheirateten, wurde Professor WITTROCK ein immer einsamerer Mann und ging in seiner Arbeit vollständig auf; doch die gute alte Laune brach bisweilen durch, wenn ihn alte Freunde besuchten, und vielleicht am meisten, wenn seine Enkel auf Besuch kamen; da vergaß er seine Schmerzen, ja für eine Weile sogar seine Arbeit.

Bei dem Ansehen, das Professor WITTROCK genoß, war es natürlich, daß ihm eine Reihe Auszeichnungen zuteil wurden, wie sie in das Los berühmter Gelehrter fallen. Als Kommissar bei der Ausstellung in Budapest 1885 wurde er zum Ritter des österreichischen Ordens der Eisernen Krone 3. Klasse ernannt, und 1909 wurde er Kommandeur des schwedischen Nordstjerneordens.

Er wurde selbstverständlich auch von allen gelehrten naturwissenschaftlichen Akademien und Gesellschaften in Schweden, Norwegen und Dänemark zum Mitglied gewählt, hierunter: „Vetenskaps Akademien" in Stockholm. „Vetenskaps-Societeten" in Upsala, „Fysiografiska Sällskapet" in Lund, „Vetenskaps- och Vitterhedssamhället" in Göteborg, „Landbruksakademien" in Stockholm, „det Norske Videnskabers Selskab" in Drontheim, „Videnskaps-Selskabet" in Christiania, „den Botaniske Forening" og „Videnkabernes Selskab" in Kopenhagen. In der „Botaniska Sällskapet" in Stockholm, die er 1883 gründete, und in „Svenska Botaniska Foreningen" war er Vorsitzender seit ihrer Gründung bis zu seinem Tod. In andern Ländern hatten ihn folgende Gesellschaften und Akademien zu ihrem Mitgliede gewählt: Als korrespondierendes Mitglied die Deutsche Botanische Gesellschaft seit ihrer Gründung im Jahre 1883, als Ehrenmitglied von 1908 an; ferner war er Mitglied der Kaiserl. Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher in Halle, der Kgl. Bayerischen Akademie der Wissenschaften in München, des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg in Berlin, der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur in Breslau, des „Dublin Microscopial Club", „Queckett Microscopial Club" in London, der „Société nationale des sciences de Cherbourg", der „Societa Crittogamologica Italiana" in Mailand und der „Reale Accademia di Scienze Lettere e Belle Arti" in Palermo. Von 1897 an war er als „Associate Editor" Mitarbeiter von „The Botanical Gazette" in Chicago.

Einer der schwedischen Schüler Professor WITTROCKs schreibt bei seinem Tode: „Die schwedische botanische Forschung ist um ein Kraftzentrum ärmer geworden", was sicherlich wahr ist. Denn das warme Interesse für die botanische Forschung in Schweden, wie es von dem alten kranken Professor ausstrahlte, wirkte mit wunderbarer Kraft auf alle, die mit ihm in Berührung kamen. Nicht nur der Gelehrte in ihm war das bedeutungsvolle Vorbild für andere, sondern auch vor allem der Mensch. In ihm vereinten sich Arbeitseifer, Rechtlichkeit und Ehrlichkeit mit einem hohen Grad von Klugheit, so daß man in schwierigen Fällen keinen besseren Ratgeber finden konnte als ihn. Er hatte seine hohe

Freude an jungen Leuten, die rechtschaffen, arbeitstüchtig und von Vaterlandsliebe erfüllt waren; ihnen war er ein liebevoller Lehrer und ein warmer Freund. Besonders hatte er eine Vorliebe für die jungen Männer, die sich zu tüchtigen Botanikern zu entwickeln versprachen; ihnen stand er stets mit Rat und Tat zur Seite. Entdeckte er aber Fehler oder Mängel, da rügte er rückhaltslos mit scharfen Worten, so daß man glauben konnte, er wollte mit dem Betreffenden nie wieder etwas zu tun haben, und doch konnte sich Niemand so wie er freuen, wenn seine Ermahnungen fruchteten. Da war alles Frühere vergessen; denn er beurteilte jede Person so wie sie war und nicht wie sie vielleicht einmal früher gewesen war.

Die größte Freude aber, die er in den letzten Jahren erlebte, war, wie er mir schrieb, die starke vaterländische Bewegung, die vor einigen Jahren ganz Schweden erfaßte und kräftigere Vorkehrungen und Maßregeln zur Verteidigung des Landes verlangte. Denn nun zeigte es sich, daß man nicht nur in Worten, sondern auch in der Tat bereit war, fürs Vaterland Opfer zu bringen.

Hinter dem originalen, manchmal anscheinend barschen Äußeren wohnte ein ungewöhnlich warmes und mitfühlendes Herz. Mit ruhiger Seelenstärke trug er Sorgen und Krankheit und suchte Trost in unermüdlicher, selbstloser Arbeit; denn bei allem seinem Tun galten ihm Pflicht, Wahrheit und Recht als oberste Richtschnur.

Verzeichnis der Publikationen.

A. Wissenschaftliche Abhandlungen.

1. Försök till en monographi öfver algslägtet *Monostroma*. Med fyra taflor. Akad. afhandl. Stockholm 1866. 8vo. 66 S. + 1 Tabelle.
2. Algologiska Studier. I, II. Med 2 taflor. Upsala 1867. 8vo. 46 S.
3. Om fanerogam — och thallogam-vegetation i Skandinaviens Ilex-region. (Botaniska Notiser. Upsala 1868. 8vo. S. 149—175.)
4. Bidrag till kännedomen om Sveriges Zygnemacéer och Mesocarpaceer. (Bot. Not. Upsala 1868. 8vo. S. 187—190.)
5. Anteckningar om Skandinaviens Desmidiaceer. Med 1 tafla. (Nova acta reg. Soc. Scient. Upsal. Ser. 3. Vol. VII. Upsala 1869. 4to. 28 S.)
6. Dispositio Oedogoniacearum suecicarum. Cum tabula I. (Kgl. Svenska Vetenskaps Akademiens Oefversigt 1870. Stockholm 1870. 8vo. S. 119—144.)
7. Oedogoniaceae novae, in Suecia lecta. Cum tabula I. (Bot. Not. Lund 1872. 8vo. S. 1—8.)
8. Om Gotlands och Ölands sötvattens-alger. Med 4 taflor. (Bihang till Kgl. sv. Vet. Akad. Handlingar. B. 1. Nr. 1. Stockholm 1872. 8vo. 72 S.).
9. Prodromus monographiae Oedogoniacearum. Cum tabula. (Nova acta reg. soc. Scient. Upsal. Ser. 3. Bd. IX. Upsala 1874. 4to. 64 S.)
10. Några anteckningar om dikotyledona jordstammar. (Upsala privata elementarläroverk Redogörelse för läsåret 1873—74. Upsala 1874. 8vo. S. 3—12.)

11. Desmidieae et Oedogonieae ab O. NORDSTEDT in Italia et Tyrolia collectae, quas determinaverunt O. NORDSTEDT et V. WITTROCK. Cum tabulis XII, XIII. (Öfvers. af K. Vet.-Akad. Förhandl. 1876. Stockholm 1876. 8°°. Oedogoniae. Auctore V. B. WITTROCK. S. 44—54. Tab. XIII p. p.).
12. On the development and systematic arrangement of the Pithophoraceae a new order of Algae. With 6 plates. (Nova Acta Reg. Soc. Scient. Upsal. Ser. 3. vol. extra ord. edit. Upsala 1877. 4to. 80 S.)
13. Några drag ur Linneas lefnadshistoria. (Festen till CARL VON LINNÉS minne i Upsala den 10 jan 1878. Upsala 1878. 8°°. S. 158—168).
14. Om *Linnaea borealis* L. En jemnförande biologisk, morfologisk och anatomisk undersökning. (Bot. Not. Lund 1878. 8°°. S. 17—32, 49—54, 83—96, 122—127, Lund 1879, S. 9—20, 137—150.)
15. Om December-floran vid Upsala 1877. (Bot. Not. Lund 1878. 8°°. S. 55—61.)
16. Oedogonieae Americanae, hucusque cognitae, quas enumeravit V. B. WITTROCK. (Bot. Not. Lund 1878. 8°°. S. 133—145.)
17. On the spore-formation of the Mesocarpeae and especially of the new genus *Gonatonema*. With a plate. (Bihang t. K. Sv. Vet. Akad. Handlingar B. 5. Stockholm 1878. 8°°. 18 S.)
18. Några bidrag till det hypokotyla internodiets samt hjertbladens morfologi och biologi. (Förhandlingar vid de skandinaviska Naturforskarnes 12 möte i Stockholm 1880. Stockholm 1883. 8°°. S. 439 - 448.)
19. Om snöns och isens flora, särskildt i de arktiska trakterna. Bihang. Om snöns och isens fauna. (A. E. NORDENSKJÖLD, Studier och forskningar. Stockholm 1883. 8°°. S. 63—126 med 5 tafl.)
20. Bidrag till den medelsvenska höstflorans morfologi och biologi. (Bot. Not. Lund 1883. 8°°. S. 20—25, übersetzt und verkürzt in Botan. Centralbl. B. 14, S. 251—253.)
21. Några biologiska och morfologiska iakttagelser, gjorda på växter, som denna sommar odlats i Bergianska trädgården. (Bot. Not. Lund 1883. 8°°. S. 188—193, übersetzt in Botan. Centralbl. B. 16. S. 219—222.)
22. Några meddelanden om mångformigheten hos slägtet *Erythraea* skandinaviska typer. (Bot. Not. 1883. S. 110—112. übersetzt in Botan. Centralbl. B. 14, S. 317—318.)
23. Om rotskott hos örtartade växter, med särskild hänsyn til deras olika biologiska betydelse. (Bot. Not. Lund 1884. 8°°. S. 21—37, übersetzt in Botan. Centralbl. B. 17. S. 227—232, 258 - 264.)
24. Om *Sphacelaria cirrhosa* (Roth) Ag. *β aegagropila* Ag. (Bot. Not. Lund 1884. 8°°. S. 93—95, übersetzt in Botan. Centralbl. Bd. 18, S. 283—284.)
25. Om några sällsynta svenska fanerogamers geografiska utbredning. (Bot. Not Lund 1885. 8°°. S. 58—60, übersetzt in Botan. Centralbl. B. 21. S. 252—253.)
26. L. J. WAHLSTEDT, V. B WITTROCK, Katalog über schwedische Sämereien mit einer Einleitung. Stockholm 1885. 8°°. Einleitung. S. I—XVI.
27. En ny varietät af tranbärbusken. *Oxycoccus palustris* Pers. *var. citriformis* Wittr. nov. var. (Bot. Not. Lund. 1885. 8°°. S. 170—171 übersetzt in Botan. Centralbl. B. 23. S. 234.)
28. Om könsfördelingen hos *Acer platanoides* L. och en del andra *Acer*arter. (Öfversigt k. Sv. Vet. Akad. Förhandl. (Årg. 42. Stockholm 1886. 8°°. S. 8—20).

29. Ett par notiser om *Hedera Helix* L. (Bot. Not. Lund 1886. 8^{oo}. S. 64—65 übersetzt in Botan. Centralbl. B. 26. S. 124—125.)

30. Om *Binuclearia*, ett nytt Confervacé-slägte. Med 1 tafla. (Bihang t. k. Sv. Vet. Akad. Handlingar. B. 12. Afd. III. Nr. 1. Stockholm 1886. 8^{oo}. 10 S.)

31. Om ett subfossilt, hufvudsakligen af alger bildadt jordlager i närheten af Stockholm. (Bot. Not. Lund 1887. 8^{oo}. S. 94—96 übersetzt in Botan. Centralbl. B. 29. S 222—223.)

32. Nagra bidrag till kännedomen om *Trapa natans* L. (Bot. Not. Lund 1887. 8^{oo}. S. 210—221 übersetzt in Botan. Centralbl. B. 31. S. 352—357, 387—389.)

33. *Usnea longissima* från Gestrikland. (Bot. Not. Lund 1887. 8^{oo}. S. 252.)

34. Gymnospermae. (C. J. och C. Hartmans Handbok i Skandinaviens Flora. 12 Uppl. af Th. O. Krok. Stockholm 1889. 8^{oo}. S. 31—37.)

35. *Erythraea*. (H. POTONIÉ, Illustrierte Flora v. Nord- u. Mittel-Deutschland. 4. Aufl. Berlin 1889. 8^{oo}. S. 425—426.)

36. Några bidrag till Bergianska stiftelsens historia. Med 1 tafla och 2 kartor (Acta horti Bergiani. Vol. I, Nr. 1. Stockholm 1890. 8^{oo}. 31 S.)

37. De *Linaria Reverchonii* nov. spec. observationes morphologicae et biologicae *Linaria Reverchonii* nov. spec., dess morfologi och lefnadshistoria. Med 1 tafla. (Acta horti Bergiani. Vol. 1. Nr. 4. Stockholm 1891. 8^{oo}. 14 S.)

38. De filicibus observationes biologicae. Biologiska ormbunkstudier. Med. 5 taflor. (Acta horti Bergiani. Vol. 1. Nr. 8. Stockholm 1891. 8^{oo}. 58 S.)

39. V. B. WITTROCK et H. O. JUEL, Catalogus plantarum perennium bienniumque in horto botanico Bergiano annis 1890 et 1891 sub dio cultarum, adjectis adnotationibus botanicis nonnullis. Cum tabula. (Acta horti Bergiani. Vol. 1. Nr. 3. Stockholm 1891. 8^{oo}. 95 S.)

40. De horto botanico Bergiano. Om planen för Bergielunds botaniska trädgård samt om trädgårdens tillstånd 1891. Med. 5 tafl. och 1 karta. (Acta horti Bergiani. Vol. 1. Nr. 2. Stockholm 1891. 8^{oo}. 22 S.)

41. Om Bergianska herbariet. (Bot. Not. Lund 1891. 8^{oo}. S. 121—124 übersetzt in Botan. Centralbl. B. 47. S. 231—233.)

42. Om *Phragmites communis* Trin. *f. stolonifera* G. F. W. MEYER och om skottförhållandena i allmänhet hos *Ph. communis* Trin. (Bot. Not. Lund 1892. 8^{oo}. S. 36—40.)

43. *Erythraea Pringleana* Wittr. (Botanical Gazette. Vol. 16. Chicago 1891. 8^{oo}. S. 85.)

44. Über die höhere epiphytische Vegetation in Schweden. Om den högre epifytvegetationen i Sverige. (Acta horti Bergiani. B. 2. Nr. 6. Stockholm 1894. 8^{oo}. 29 S.)

45. Om regnrika och milda höstens inflytande på växtligheten i Bergianska botaniska trädgården. (Bot. Not. Lund 1894. 8^{oo}. S. 123.)

46. Viola-studier I. De *Viola tricolore* (L.) aliisque speciebus sectionis Melanii observationes morphologicae, biologicae, systematicae. Morfologisk-biologiska och systematiska studier öfver *Viola tricolor* (L.) och hennes närmaste anförvandter. Med 14 delvis färglagda taflor och 17 textbilder. (Acta horti Bergiani. B. 2. Nr. 1. Stockholm 1897. 8^{oo}. 142 S.) II. A contribution to the history of the pansies having special reference to their origin. Bidrag till de odlade penséernas historia med särskild hensyn till deras härkomst. Med 70 bilder i texten och en tafla. (Acta horti Bergiani. B. 2. Nr. 7. Stockholm 1895 (1896). 8^{oo}. 78 S.)

47. JOHAN ERHARD ARESCHOUG. (Lefnadsteckningar öfver Sv. Vet.-Akad. aflidna ledamöter B. 4. H. 1. Stockholm 1899. 8^{oo}. S. 35—62.)
48. N. WILLE et V. WITTROCK, Motion au Congrès international de Botanique. Deuxième Session. Vienne 1905. (Nyt Magazin for Naturvidenskaberne B. 42. *Kristiania 1904.* 8^{oo}. S. 217—220.)
49. Illustrerad förteckning öfver Bergielunds botaniska trädgårds samling porträtt af botaniska författare; jämte biografiska notiser. Catalogus illustratus iconothecae botanicae horti Bergiani Stockholmiensis anno 1903 notulis biographicis adjectis. Cum 46 tabulis. (Acta horti Bergiani. B. 3. Nr 2. Stockholm 1903. 8^{oo}. 198 S.) Pars II. Cum 161 tabulis. (Acta horti Bergiani. B. 3. Nr. 3. Stockholm 1905. 8^{oo}. 245 S.)
50. *Några ord om Linné och hans betydelse för den botaniska vetenskapen.* Med 3 porträtt. (Acta horti Bergiani. B. 4. Nr. 1. Stockholm 1907. 8^{oo}. 32 S.)
51. *Linnaea borealis* L., en mångformig art. *Linnaea borealis* L., species polymorpha et polychroma. Med 13 mestadels färglagda taflor och 18 textbilder. (Acta horti Bergiani. B. 4. Nr. 7. Stockholm 1907. 8^{oo}. 187 S.)
52. *Om Jordens allmännast utbredda fanerogam, Sveriges ymnigast vinterblommande och mest namnrika växt, Våtarf, Stellaria media.* Med en textbild. (Vetenskaps Akademiens Årsbok 1908. Stockholm 1908. 8^{oo}. S. 221—236.)
53. *Polycarpon tetraphyllum* L. i Sverige. (Svensk Botanisk Tidskrift. B. 1. (1907) Stockholm 1908. 8^{oo}. S. 361—363.)
54. Några ord om *Polycarpon tetraphyllum* L. (Sv. bot. Tidskrift. B. 2 (1908) *Stockholm 1908.* 8^{oo}. S. *(119)—(122).)*
55. Om *Cuscuta europaea* L. och hennes värdväxter. Med 2 textbilder. (Sv. bot. Tidskrift. B. 3. (1909). Stockholm 1910. 8^{oo}. S. 1—17).
56. Meddelanden om granen, särskildt hennes svenska former, i bild och skrift. Afd. I. Med 28 taflor, delvis i färg. (Acta horti Bergiani. B. 5. Stockholm 1914. 8^{oo}. IX+91 S.)

B. Exsiccatenwerke:

57. Algae aquae dulcis exsiccatae praecipue scandinavicae, quas adjectis algis marinis chlorophyllaceis et phycochromaceis distribuerunt VEIT WITTROCK et OTTO NORDSTEDT. Fasc. 1, 2 (Nr. 1—100) Upsala 1877; Fasc. 3, 4 (Nr. 101—200) Upsala 1878; Fasc. 5, 6 (Nr. 201—300) Upsala 1879; Fasc. 7, 8 (Nr. 301—400 Lundae 1880; Fasc. 9, 10 (Nr. 401—500), accedit Index generalis fasciculorum 1—10, Holmiae 1882; Fasc. 11, 12 (Nr. 501—600) Holmiae 1883; Fasc. 13, 14 (Nr. 601—700) Stockholmiae 1884; Fasc. 15—17 (Nr. 701—850) *Stockholmiae 1886; Fasc. 18—20 (Nr. 851—1000) Stockholmiae 1889* Fasc. 21 (Descriptiones systematice dispositae et index generalis fasciculorum 1—20) Stockholmiae 1889. 8^{oo}. 3+92 S.; Fasc. 22—25 (Nr. 1001 bis 1200) Stockholmiae 1893; V. WITTROCK, O. NORDSTEDT, G. LAGERHEIM: Fasc. 26—29 (Nr. 1201—1400) Stockholm 1896; Fasc. 30—34 (Nr. 1401—1612) Lundae 1903; Fasc. 35 (Descriptiones systematice dispositae et index generalis fasc. 30—34) Lundae 1903. 8^{oo}. 3+42 S.
58. Erythraeae exsiccatae quas distribuit V. B. WITTROCK. Fasc. I, (Nr. 1—12) Stockholmiae 1884; Fasc. II (Nr. 13—25) Stockholmiae 1885; Fasc. III (Nr. 26—37), Fasc. IV (Nr. 38—50) Stockholmiae 1890.

C. Populäre Schriften:

59. Om det abyssiniska och det liberiska kaffeträdet. Med en färglagd karta. (Svenska Tradgårdsföreningens Tidskrift 1880. Stockholm 1880. 8vo. S. 38—46.)
60. Om växternas rörelseförmaga. Föredrag på K. Vet. Akademiens högtidsdag den 31 mars 1881 (Stockholms Dagblad 1881 Nr. 77). Uebersetzt: Die Bewegungen der Pflanzen. Nach dem Schwedischen von W. KAISER. (Die Natur. N. F. B. VII Nr. 44.)
61. Skånes Plantevaext i. aeldre Tider. (Tidskrift for populäre Fremstillinger af Naturvidenskaben. B. 28. Kjöbenhavn 1881. 8vo. S. 64—70.)
62. Om elektriska ljusets inflytande på växterna. (Sv. Trädgårdsför. Tidskrift 1882. Stockholm. 8vo. S. 82—84.)
63. Föredrag vid Vetenskaps Akademiens högtidsdag den 31 mars 1882. (Stockholms Dagblad 1882.) Übersetzt: „Samliv mellem Planter og Dyr. (Naturen. Aarg. 7. Kristiania 1883. 4to. S. 21—24.)
64. (Växtgeografiska fragor.) Föredrag i Botanik vid Kongl. Vetenskapsakademiens högtidsdag den 31 mars 1883. (Stockholms Dagblad 1883.) 28 S. 12 plo.
65. Föredrag i botanik vid Kongl. Vetenskapsakademiens högtidsdag den 31 mars 1884. (Stockholms Dagblad 1884.) 23 S. 12 plo. Übersetzt: „On the algic flora of the arctic Seas" (Nature. Vol. 30. London 1884. 4to. S. 638—640).
66. (Blekinges växtformationer) Föredrag i botanik vid K. Vetenskaps-Akademiens högtidsdag den 31 mars 1886. (Svenska Dagbladet, Stockholm) 19 S. 12plo.
67. Om Växternas skyddsmedel. (Hortikulturens Vänners Öfersigt. Göteborg 1886. S. 6—15.)
68. Skrifvelse till Kongl. Maj:t, angående taganda af åtgärder för hämmande af utbredningar af svårade åkerogräs från jerwägarnes omraaden. (Bih. till Riksd. Prot. 1889. 1 Saml. 2 Afd. 2 Band. 15 Häft. Stockholm 1889. 4to. S. 6—9.)
69. Om beviljande af ett extra anslag å 3000 kronor till understöd åt svenska turistföreningen. (Ibidem. S. 10—12.)
70. Om skrifvelse till Kongl. Maj:t i fråga om lagstiftningsåtgärder för hämmande af utbredningen i vårt land af de svårare ogräsväxterna. (Bih. till Riksd. Prot. 1890. 1 Saml. 2 Afd. 2 Band. 43 Häft. Stockholm 1890. 4to. S. 1—13.)
71. Nyare undersökningar öfver Ormbunkarnes biologi. Föredrag i botanik på K. Vetenskapsakademiens högtidsdag den 31 mars 1892. (Svenska Daghladet. Stockholm.) 24 S. 12plo.
72. Om Lianerna. Föredrag på K. Vetenskapsakademiens högtidsdag den 31 mars 1894. (Svenska Dagbladet. Stockholm.) 15 S. 12plo.
73. Till kulturväxternas historia. Föredrag på Kungl. Vetenskapsakademiens högtidsdag den 31 mars 1896. (Sv. Trädgårdsför. tidskrift 1896. Stockholm 1896. S. 49—54, 65—69, 81—84.)
74. Om höstväxter. Föredrag på Kgl. Vetenskapsakademiens högtidsdag den 30 mars 1901. (Nya Dagligt Allehanda. Stockholm 1901.) 36 S. 12plo.
75. Om svenska prydnadsväxter. (Trädgården 1911. Stockholm 1911. 4to. S. 3—10.)

Gustav Bohutinsky.

Von

V. VOUK.

Ein junger Vertreter der Pflanzenzüchtung in Kroatien fiel auf dem Felde der Ehre als Opfer einer tückischen Kriegsseuche. Der Tod BOHUTINSKYs bedeutet für die Landwirtschaft Kroatiens nicht weniger auch für die wissenschaftliche Pflanzenzüchtung einen bedeutenden Verlust.. Was seine wissenschaftliche Leistung anlangt, so war BOHUTINSKY eben im Beginne seiner Arbeit, denn viele jungen Jahre seines Lebens widmete er ausschließlich der praktischen züchterischen Arbeit, deren Erfolge die Landwirte seiner Heimat wohl zu schätzen wissen. Erst auf Grund seiner großen praktischen Erfahrung beabsichtigte er seine wissenschaftliche Tätigkeit zu entwickeln.

Dr. GUSTAV BOHUTINSKY ist ein Schüler der Wiener Hochschule für Bodenkultur, wo er die Lehren LIEBENBERGs und TSCHERMAKs zu genießen bekam. In seiner Heimat wirkte BOHUTINSKY zunächst als Professor an der höheren landwirtschaftlichen Schule in Križevci (Kreuz), wo er sich besonders durch seine praktische und erfolgreiche züchterische Tätigkeit auszeichnete, so daß ihn bald die kroatische Landesregierung als Fachreferenten zu sich berief. Da verlor er aber viele kostbare Zeit mit dem Studium der Akten und war dadurch — wie er mir selbst klagte — in seiner wissenschaftlichen Tätigkeit bedeutend gehemmt. Hingegen hatte er in dieser Stellung oft Gelegenheit, seine organisatorische Tätigkeit zu entwickeln und er hat auch bereits hier viele Pläne für die landwirtschaftlichen Institutionen (Station für Pflanzenzüchtung und Pflanzenkrankheiten) seiner Heimat entworfen. BOHUTINSKY gründete auch eine kroatisch verfaßte „Landwirtschaftliche Revue" (Gospodarska smotra), in welcher er selbst als Redakteur zahlreiche wissenschaftlich verwertbare Versuche publizierte. Außerdem wirkte er auch als Mitarbeiter in einigen österreichischen Fachblättern und publizierte unlängst als Botaniker und Mitglied der D. B. G. in diesen Berichten eine Abhandlung „Über Entwicklungsabweichungen von Mais."

Im Anfang des Kriegsausbruches zog BOHUTINSKY als Leutnant d. R. im österreichisch-ungarischen Heere unter die Fahne und erlag bereits im September 1914 in seinem 37. Lebensjahre der

schweren Krankheit, die er sich am südlichen Kriegsschauplatz erwarb, im Garnisonspital in Mostar (Herzegowina). Der Verlust BOHUTINSKYs traf besonders schwer alle landwirtschaftlichen Kreise seiner Heimat, und man bezeichnet allgemein diesen Verlust gegenwärtig als unersetzbar. Auch die D. B. G. verlor einen Mitarbeiter, und diese Zeilen sollen eben den Mitgliedern zur Orientierung und zum Andenken an die Persönlichkeit BOHUTINSKYs und sein Wirken dienen. —

Wilhelm Pietsch.

Von
OTTO APPEL.

Am 4. Januar 1915 erlag Dr. WILHELM PIETSCH, Assistent im Laboratorium für Pflanzenschutz an der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Berlin-Dahlem und Offizierstellvertreter in der 1. Garde-Reserve-Division, seinen am 22. Dezember 1914 in Russisch-Polen erhaltenen Wunden.

Er war geboren am 24. März 1882 zu Berlin als Sohn des städtischen Steuererhebers WILHELM PIETSCH und seiner Ehefrau THERESE geb. LAMPE. Seine Schulbidung empfing er am Leibniz-Gymnasium, das er Ostern 1902 mit dem Zeugnis der Reife verließ.

In der Absicht Oberlehrer zu werden, studierte er an der Friedrich Wilhelm Universität zu Berlin zunächst Mathematik, Physik und Chemie, später jedoch zog ihn das Studium der Botanik an, dem er sich dann ganz zuwandte. Im Laboratorium unseres Altmeisters SCHWENDENER und unter besonderer Leitung von Prof. Dr. CLAUSSEN drang er tiefer in diese Wissenschaft ein, bis er dann am 10. November 1911 mit einer Arbeit über die *Entwicklungsgeschichte des vegetativen Thallus, insbesondere der Luftkammern der Riccien*, die Doktorwürde erwarb.

Schon vor der Promotion war er vom 1. Mai bis 30. September 1910 als Assistent an der Königl. Gärtnerlehranstalt tätig und auf dem Versuchsfeld für Elektrokultur beschäftigt; dort arbeitete er außerdem über Fragen der Vererbungstheorie und der Parthenokarpie. Vom 1. Juli bis 30. September war er außeretatsmäßiger Assistent am Kgl. Botanischen Museum und kam von da als Assistent an die botanische Abteilung der Kgl. Lehranstalt für Obst- und Gartenbau zu Proskau. Hier arbeitete P. unter Leitung von Prof. Dr. EWERT auf dem Gebiete der Pflanzenpathologie und hatte damit das Feld gefunden, dem er sein weiteres Leben zu widmen gedachte.

Um in dieser Richtung vorwärts zu kommen, nahm er am 1. April 1913 die Stelle als erster Assistent an der Versuchstation für Pflanzenkrankheiten der Landwirtschaftskammer für die Provinz Sachsen in Halle a. S. an. Hier blieb er bis zum Ende desselben Jahres und trat dann mit Beginn des Jahres 1914 in das Laboratorium für Pflanzenschutz an der Kaiserlichen Biologischen Anstalt in Berlin-Dahlem als Assistent ein, wo er hauptsächlich mit dem Kultivieren von Pilzen und Untersuchungen über Krankheiten der Obstgehölze beschäftigt war.

In Proskau hatte P. einen bei uns noch nicht nachgewiesenen Fäulniserreger der Quitte aufgefunden und ausführlicher bearbeitet. In Dahlem schloß er diese Arbeiten ab und veröffentlichte in unseren Berichten eine vorläufige Mitteilung[1]), in THIELs landwirtschaftlichen Jahrbüchern eine ausführliche Abhandlung[2]) über diesen Gegenstand. Außerdem hat er in Proskau eine Arbeit über die Widerstandsfähigkeit verschiedener Nelkensorten gegen Rost begonnen und so weit durchgeführt, daß er als Ursache der Verschiedenartigkeit des Verhaltens der Nelken die Struktur der Spaltöffnungen erkannt hat. Leider kam er nicht mehr zur Veröffentlichung dieser Arbeit, doch ist zu hoffen, daß die Ergebnisse nicht verloren gehen, sondern von Proskau aus veröffentlicht werden.

Schon während seiner Studienzeit hatte P. seiner Dienstpflicht beim 3. Garderegiment zu Fuß genügt und zwei Übungen gemacht, durch deren letzte er den Rang eines Vizefeldwebels erreichte. Als solcher zog er, ebenso wie zwei seiner Brüder, beim Beginn des Krieges ins Feld, wo er bald Offizierstellvertreter wurde und für seine Tapferkeit das Eiserne Kreuz 2. Kl. erhielt. Bald darauf traf ihn eine Kugel, doch bestand Hoffnung sein Leben zu erhalten, bis er, kurz bevor er in das Kriegslazarett überführt wurde, den Seinen unverhofft starb.

Mit PIETSCH ist ein sorgfältig arbeitender Jünger der Wissenschaft dahingegangen, dem die Botanik und besonders die Phytopathologie nicht nur Beruf, sondern auch Freude und Erholung war. Wer mit ihm zu arbeiten Gelegenheit hatte, wird gern seiner Begeisterungsfähigkeit und seiner Hingabe an die Arbeit gedenken, allen anderen aber, die ihn kannten, wird er als Mensch und Kamerad in gutem Andenken bleiben.

---

1) *Trichoseptoria fructigena* Maubl.: Eine für Deutschland neue Krankheit der Quitten und Äpfel. Ber. d. deutsch. bot. Ges. XXXI. (1913).

2) Beiträge zur Kenntnis der durch *Trichoseptoria fructigena* Maubl. hervorgerufenen Krankheit der Quitten und Äpfel. Landwirtschaftliche Jahrbücher. 47. Band, 1914. S. 303.

Ernst Ule.

Von
H. HARMS.

ERNST HEINRICH GEORG ULE wurde am 12. März 1854 zu Halle a. d. Saale geboren[1]). Sein Vater OTTO ULE (geboren 22. Januar 1820 in Lossow bei Frankfurt a. d. Oder, gestorben 7. August 1876 in Halle) hat sich durch mehrere volkstümliche Werke naturwissenschaftlichen Inhalts einen geachteten Namen gemacht (Das Weltall, 3. Aufl., Halle 1859; Die Wunder der Sternenwelt, Leipzig 1861, u. a.). Nachdem ERNST mehrere Klassen des Gymnasiums seiner Vaterstadt besucht hatte, widmete er sich dem Gärtnerberuf und studierte 1874—76 auf der Gärtnerlehranstalt zu Proskau, wo P. SORAUER zu seinen Lehrern gehörte, der ihn zu erfolgreichem Sammeln parasitischer Pilze anregte. Dann war er einige Jahre als Gärtner tätig, zuerst kurze Zeit am Bot. Garten seiner Vaterstadt, später war er an den städtischen Parkanlagen in Berlin angestellt; in Halle wie in Berlin setzte er mit großem Eifer seine botanischen Studien, besonders in der Pilzkunde, fort, und es gelang ihm bereits im Jahre 1877 die Auffindung einer neuen *Urocystis*-Art auf *Poa pratensis*, die P. MAGNUS ihm zu Ehren *U. Ulei* benannte (Hedwigia (1878) 89 u. Tageblatt d. Naturforscher Verslg. München 1877, S. 199). In der Umgegend Berlins entdeckte er damals die beiden neuen von ihm beschriebenen *Sorosporium*-Arten, *S. Aschersonii* Ule auf *Helichrysum arenarium* und *S. Magnusii* Ule auf *Gnaphalium luteoalbum* (Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg XX. (1878) S. 1—4; Hedwigia XVII (1878) 18—21). Auf den Rat K. MÜLLERs, des bekannten Moosforschers, eines entfernten Verwandten seiner Familie, besuchte er 1879 noch einmal in Koburg die Schule, um sich auf Grund eines Reifezeugnisses dem Universitätsstudium widmen zu können. Jedoch sollte dieser nochmalige Schulbesuch nicht zum Segen für ihn werden. Er hatte bereits in seinem 14. Lebensjahre eine länger anhaltende Geisteskrankheit durchmachen müssen, und nun suchte ihn Weihnachten 1880 ein neuer schwerer Anfall heim, so daß er genötigt

1) Einen ausführlichen Nachruf habe ich in den Verhandl. d. Bot. Ver. Prov. Brandenburg LVII, Heft 2, 1916, S. 150—184 veröffentlicht; dort auch ein Schriftenverzeichnis und ein Bildnis.

war, etwa 2 Jahre in einer Anstalt zu bleiben. Aus dieser entwich er schließlich; nach wochenlangem Umherirren unter den kümmerlichsten Verhältnissen stellte er sich freiwillig der Polizei, und nach Überwindung eines schweren Fiebers trat 1883 völlige Heilung ein. Da er durch die lange Krankheit in seinem Berufe sehr zurückgeblieben war, sehnte er sich nach einer neuen Umgebung, in der er die Erinnerung an die überstandenen Leiden zu vergessen hoffte. Er faßte den Plan nach Brasilien auszuwandern. Dorthin reiste er im Jahre 1883. Der zweite Abschnitt seines Lebens begann damit: es war die Zeit fast ununterbrochenen Aufenthalts in Brasilien, das ihm zur zweiten Heimat wurde und dessen botanische Erforschung fortan seine Lebensaufgabe blieb. ULE siedelte sich im Staate Santa Catharina an und erwarb sich seinen Lebensunterhalt in den ersten Jahren oft unter schwierigen Umständen hauptsächlich durch Unterricht als Privatlehrer. In Santa Catharina blieb er bis zum Jahre 1891; hier war er in verschiedenen Orten ansässig (Joinville, S. Francisco, Itajahy, Desterro, Blumenau, Tubarão); zugleich machte er zahlreiche Ausflüge in diesem Gebiete, so erforschte er Dezember 1890—April 1891 die Serra Geral. Vom Jahre 1891 an verlegte er seinen Wohnsitz dauernd nach Rio de Janeiro, wo er schon früher einmal kurze Zeit gewesen war. Am dortigen Nationalmuseum war er zuerst als „Naturalista viajante", vom Jahre 1895 bis 1900 als Subdirektor der botanischen Abteilung angestellt. Diese Stellung verlor er im Jahre 1900; während er in Manáos seine erste von Deutschland aus angeregte und unterstützte Amazonas-Reise vorbereitete, machte man ihm den Vorwurf, daß er in fremde Dienste getreten sei. In den Jahren 1898—99 war er zum erstenmal wieder in Deutschland, und arbeitete hier längere Zeit an der Bestimmung seiner Sammlungen auf dem Kgl. Botanischen Museum zu Berlin. Vom Jahre 1900 beginnt ein dritter Abschnitt seines Lebens; von jetzt an war er aller Beamtenpflichten ledig ein unabhängiger Forscher, der verschiedene größere über Monate oder Jahre sich ausdehnende Forschungsreisen unternahm, die durch wiederholten längeren oder kürzeren Aufenthalt in Deutschland zur Bearbeitung der Sammlungen unterbrochen waren. ULEs zahlreiche Ausflüge im südlichen und mittleren Brasilien, unter denen ganz besonders seine zweimalige Besteigung der Serra do Itatiaia (Februar-März 1894 und Dezember 1895—Januar 1896) genannt werden muß, über deren botanische Ergebnisse er eingehend berichtet hat (Relatorio de uma excursão botanica na Serra do Itatiaia; Revista do Museu Nacional Rio de Janeiro I. (1896) S. 185—223, portugies. u. deutsch),

waren für ihn eine vortreffliche Schulung für die späteren großen Unternehmungen, ganz besonders aber gilt dies für seine Reise 1892/93 in das Gebiet von Goyaz, die über 8 Monate dauerte. Die brasilianische Regierung veranstaltete nämlich 1892 eine Expedition in das innere Hochland jenes Staates (Planalto central do Brazil), zur Auffindung eines geeigneten Geländes für eine neu zu gründende Hauptstadt; ULE war der Botaniker dieser Expedition (vergl. TAUBERT in ENGLERs Bot. Jahrb. XXI. (1895) S. 402—457), die wertvolle wissenschaftliche Ausbeute heimbrachte.

Auf Anregung von KARL SCHUMANN wurde im Jahre 1899 mit Unterstützung des Kaufmanns NIC. WITT-Manáos und des Senators Dr. TRAUN-Hamburg eine Expedition ausgerüstet, die hauptsächlich die Verbreitung der Kautschukpflanzen im Amazonasgebiete und die Methoden der Gewinnung dieses Produktes dort studieren sollte. Mit der Leitung des Unternehmens wurde der junge Botaniker Dr. KUHLA betraut, der aber bereits im Juli 1899 in Manáos dem gelben Fieber erlag. Nun wandte man sich an ULE, der damals gerade in Deutschland weilte, und fand ihn bereit zur Durchführung der Aufgabe. ULE verließ am 22. Juni 1900 Rio de Janeiro und traf am 25. Juli in Manáos ein. Von hier aus unternahm er nun seine verschiedenen Fahrten in die wichtigeren Kautschukgebiete. Er erforschte außer der Umgegend von Manáos den Rio Juruá bis zum Oberlaufe, den Rio Negro im Unterlaufe, den Rio Madeira bis zum Rio Marmellos, schließlich das Übergangsgebiet der Hylaea zu den Anden und die mannigfaltige Umgegend von Tarapoto in Peru. Am 23. Juni 1903 traf er wieder in Deutschland ein und arbeitete hier bis zum Jahre 1906 an der Bestimmung seiner überaus reichen Ausbeute, die uns eine Fülle neuer Formen aus dem reichen Florenschatze Brasiliens kennen lehrte. Über die Reise selbst vergl. seine Berichte im Notizbl. Bot. Gart. und Mus. Berlin III. (1901) 111—118, 129—134, (1903) 224—237, IV. (1903) 92—98, (1904) 107—123.

Die Zeit von 1903—1906 war nur durch kleinere Reisen in Europa unterbrochen; so nahm er z. B. im September 1904 an der Naturforscher-Versammlung zu Breslau teil, auf der er über die von ihm entdeckten Blumengärten der Ameisen berichtete. (Verhandl. Gesellsch. Deutsch. Naturforsch. u. Ärzte 76. Vers. 2. Teil. (1905) S. 245).

Inzwischen reifte in dem unermüdlichen Forscher der Gedanke einer neuen Forschungsreise, und zwar setzte er sich diesmal die nördlichen Teile des Amazonasgebietes zum Ziele, die Camposgegenden am Rio Branco, von wo aus er bis auf das

2600 m hohe Roraima-Gebirge an der Grenze von Guyana und Venezuela vorzudringen gedachte. Es gelang, für diesen Plan eine Unterstützung von der Kgl. Preußischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin zu erwirken, so daß er im Frühjahr 1906 eifrig mit den Vorbereitungen beschäftigt war. Indessen sollte der Plan zunächst noch nicht zur Ausführung gelangen. Ein in Leipzig ansässiges Kautschuk-Syndikat machte ihm den Vorschlag, für dasselbe zuerst nach Bahia zu reisen, um dort Ländereien bezüglich des Kautschukertrages zu begutachten. ULE nahm das Anerbieten an und fuhr am 1. Juli 1906 nach Bahia. Hier durchforschte er nun verschiedene Gebiete der Staaten Bahia und Piauhy bis zum März 1907, worauf er nach Deutschland zurückkehrte. Unstimmigkeiten mit seinen Auftraggebern, die teilweise ihre Versprechungen nicht hielten, brachten ihm in der Folge viel Ärger; er arbeitete indessen mit großem Eifer an seiner wertvollen Bahia-Ausbeute. Erst im Jahre 1908 wurde der bereits früher gefaßte Plan einer zweiten Amazonas-Reise zur Ausführung gebracht. Am 1. August 1908 verließ ULE Hamburg, und trat damit seine längste Forschungsreise an, die seine letzte werden sollte. Von Manáos aus besuchte er das Gebiet des Rio Branco und bestieg Dezember 1909 bis Januar 1910 das Roraima-Gebirge, an dessen Abhang er in einer Waldhütte 7 Wochen lang hauste, um das Plateau des Berges viermal besteigen zu können. Auf dieser Reise hatte er viel unter Fieber und Beinwunden zu leiden, so daß schließlich für ihn ein dreiwöchentlicher Erholungsaufenthalt in der gesünderen Luft der Serra de Baturité des Staates Ceará sehr notwendig wurde, bevor er die ihm von der Associação Commercial do Amazonas in Manáos angetragene Erforschung der Kautschukbestände des Acre-Gebietes ausführen konnte. Mit frischen Kräften fuhr er Ende Dezember 1910 den Rio Purus, einen rechten Nebenfluß des Amazonas, hinauf in das Gebiet des Rio Acre, dessen Mündung Anfang Januar 1911 erreicht wurde. In diesem ausgedehnten und weit abgelegenen teils zu Brasilien, teils zu Peru oder Bolivia gehörenden Urwaldgebiete blieb er bis zum Ende des Jahres 1911; am 6. November trat er die Rückreise an, erreichte jedoch Manáos erst im Februar 1912, da die Fahrt auf dem Flusse wiederholte Verzögerungen durch niedrigen Wasserstand oder Maschinendefekt erlitt. Am 10. April traf ULE nach einer Reise von 3 Jahren und $8^1/_2$ Monaten wieder in Berlin ein.

Hier, wo er in Steglitz Wohnung nahm, war er auf dem Botanischen Museum wieder völlig mit der Bearbeitung seiner Sammlungen beschäftigt. Die letzte Reise hatte ihn im allgemeinen

etwas mitgenommen, so daß er im Sommer 1912 in Kissingen wegen eines Leberleidens Erholung suchte. Doch kräftigte sich seine Gesundheit bald wieder; sein zäher Körper, seit Jahren an Entbehrungen gewöhnt, überstand leicht alle Strapazen, und ULE plante sogar wieder neue Reisen nach Brasilien. Erst wenige Wochen vor seinem Tode begann er über auffällige Mattigkeit zu klagen, die er auf eine leichte Influenza zurückführte. Da traten ganz plötzlich bedenkliche Lähmungserscheinungen auf, die ihm das Sprechen und die Nahrungsaufnahme erschwerten und zuletzt unmöglich machten. Am 9. Juli mußte er in das Lichterfelder Kreiskrankenhaus übergeführt werden, wo er am 15. Juli 1915 verschied, *ohne wieder klares Bewußtsein erlangt zu haben.*

E. ULE besaß eine hervorragende Beobachtungsgabe für die Einzelerscheinungen des pflanzlichen Lebens. Diese schon frühzeitig betätigte Fähigkeit ermöglichte ihm die Auffindung der überaus zahlreichen parasitären Pilze, Gallen und Moose, die zu den wertvollsten Bestandteilen seiner umfangreichen Sammlungen gehören und an die sich eine große Reihe Veröffentlichungen von O. PAZSCHKE, P. HENNINGS, H. REHM, C. MÜLLER, V. F. BROTHERUS, EW. H. RÜBSAAMEN u. a. knüpfen. Sein scharfes Auge war aber nicht nur für die Entdeckung dieser kleinen Formen besonders geübt, sondern nahm auch die Lebenserscheinungen der Pflanzen in sorgfältiger und zuverlässiger Weise wahr, so daß man dem Forscher eine ganze Reihe wichtiger biologischer Beobachtungen aus den Tropen verdankt. Sein Name wird stets verknüpft sein mit der Entdeckung der Blumengärten der Ameisen, die diese intelligenten Tierchen auf den Aesten der Bäume der Hylaea anlegen und bewohnen (vergl. ENGLERs Bot. Jahrb. XXX. (1901), Beibl. n. 68. S. 45—52; ferner KARSTEN u. SCHENCK, Vegetationsbild. 3. Reihe Heft 1, 1905; Flora XCIV. (1905) S. 491—497; Naturwissensch. Wochenschrift XXI. Nr. 10. (1906) S. 145—150). Den Beziehungen zwischen Ameisen und Pflanzen ist er auf seinen Reisen stets mit besonderer Aufmerksamkeit nachgegangen, und seine Beobachtungen führten ihn zu einer Auffassung dieses Zusammenlebens, die wesentlich von der abweicht, die SCHIMPER vertrat (vergl. ULEs Arbeit über Ameisenpflanzen in ENGLERs Bot. Jahrb. XXXVII. (1906) S. 335—352, und in KARSTEN u. SCHENCK, Vegetationsbilder 4. Reihe Heft 1, 1906). Ferner verdankt man ULE die Auffindung mehrerer Beispiele für die Kleistopetalie, das dauernde Geschlossenbleiben der Blütendecken, ohne daß damit Kleistogamie verbunden ist. Er fand die Erscheinung zuerst bei der Melastomacee *Purpurella cleistopetala*, die

er auf der Serra do Itatiaia entdeckte (Über die Blüteneinrichtungen von *Purpurella cleistoflora*, einer neuen Melastomacee, in Bericht. Deutsch. Bot. Gesellsch. XIII. (1895) S. 415—420). Er beobachtete dieselbe Erscheinung später noch bei einigen anderen Blütenformen, vor allem auch bei den Bromeliaceen, einer Familie, die er gern und wiederholt studiert hat und deren Bestand er durch die Entdeckung einer großen Anzahl neuer Formen vermehrte (Ueber Blütenverschluß bei Bromeliaceen mit Berücksichtigung der ganzen Familie, in Bericht. Deutsch. Bot. Gesellsch. XIV. (1896) S. 407—422; vergl. auch ebenda XVI. (1898) S. 346—362, XVII. (1899) S. 1—6, XVIII. (1900) S. 318—327). Offenbar hat seine Bekanntschaft mit FRITZ MÜLLER in Blumenau anregend auf seine blütenbiologischen Forschungen eingewirkt; dieser „Fürst der Beobachter" hat ihm stets ein freundschaftliches Wohlwollen bewiesen und ist ihm ein wissenschaftlicher Berater gewesen. Eine andere Familie, die ULE mit Vorliebe erforscht hat, waren die durch bizarre Blütengestalten ausgezeichneten Aristolochiaceen; es gelang ihm dabei die Züchtung eines sehr eigenartigen Bastards zwischen *Aristolochia brasiliensis* Gomez und *A. macroura* Mart. (Über einen experimentell erzeugten Aristolochienbastard, in Bericht. Deutsch. Bot. Gesellsch. XVII. (1899) S. 35—40; Allg. bot. Zeitschr. V. (1899) S. 49). Auch Bromeliaceen-Bastarde hat er beschrieben. Besonders erwähnenswert sind noch seine Studien über brasilianische Rafflesiaceen, von denen er ein größeres Material gesammelt hat als irgendein anderer Forscher vor ihm (Bericht. Deutsch. Bot. Gesellsch. XXXIII (1915) S. 468—478). Seitdem er das Amazonasgebiet kennen gelernt hatte, war sein Hauptinteresse diesem größten Regenwaldgebiet der Erde gewidmet, für dessen botanische Erforschung seit SPRUCE niemand mehr getan hat als er. Es war ihm vergönnt, noch kurz vor seinem Tode in einem Vortrage, den er vor unserer Gesellschaft hielt, seine biologischen Beobachtungen in der Hylaea zu einem Gesamtbilde zusammenzufassen (Vorträge aus dem Gesamtgeb. d. Bot., herausgeg. v. d. D. B. G. Heft 3. 1915.).

Kein anderer botanischer Forschungsreisender hat so viele verschiedenartige Teile Brasiliens kennen gelernt wie ULE. Er war daher wohl berufen zu pflanzengeographischen Arbeiten über dieses große Gebiet. Leider jedoch fehlte ihm bis zu einem gewissen Grade die Gabe anschaulicher Darstellung des Vegetationsbildes, auch verstand er es nicht, aus der Fülle der Einzelheiten die wesentlichsten Züge deutlich hervorzuheben, ein Mangel, der zudem mit Ungewandtheit im sprachlichen Ausdruck verknüpft war. Immerhin bleiben seine pflanzengeographischen Arbeiten

dauernd von Wert durch die Zuverlässigkeit der Beobachtungen und Sorgfalt der Angaben. Wir besitzen von ihm mehrere floristische Arbeiten, besonders über das Amazonasgebiet (Die Pflanzenformationen des Amazonasgeb. in ENGLERs Bot. Jahrb. XL. (1907) S. 114—172. u. S. 398—443; Die Vegetation des Amazonasgebietes, in Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg LVII. Heft 1. (1915) S. 56—75), dann über Bahia (ENGLERs Bot. Jahrb. XL. (1908) Beibl. n. 93, S. 39—48), einige Teile des mittleren und südlichen Brasilien (z. B. über die Vegetation von Cabo Frio, in ENGLERs Bot. Jahrb. XXVIII. (1901) S. 511—528; über die Serra do Itatiaia, s. oben), schließlich eine Florenskizze des Roraima (in ENGLERs Bot. Jahrb. LII. Beibl. n. 115. (1914) S. 42—53). An der Bearbeitung seiner umfangreichen Sammlungen, die über 17 000 Nummern umfassen und in denen die Kryptogamen reich vertreten sind, hat sich eine große Zahl namhafter Forscher beteiligt; noch harrt ein Teil der letzten Sammlung sowohl wie der früheren der Bestimmung. ULE selbst hat sich in den letzten Jahren stärker als früher an dem Bestimmen der Pflanzen beteiligt. Von dem großen Wert seiner Sammlungen zeugen die zahlreichen umfangreichen Publikationen, die sich an sie knüpfen: Beiträge zur Flora der Hylaea (in Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg XLVII. (1905) S. 100—190, XLVIII. (1907) S. 117—208, L. (1908) S. 69—85); Beiträge zur Flora von Bahia (in ENGLERs Bot. Jahrb. XLII. (1909) S. 191—238); R. PILGER, Plantae Uleanae novae vel minus cognitae (Notizbl. Bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem VI. (1914—1915) S. 109—382). Dazu kommen dann noch die vielen kryptogamischen Arbeiten, die sich auf seine Ausbeute gründen (meist in Hedwigia erschienen). Eine Fülle von neuen Arten und Gattungen stecken in seinen Sammlungen; so wurden z. B. nicht weniger als 5 neue Genera der Kryptogamen, 3 neue Genera der Phanerogamen, und 2 neue Tiergattungen nach ULE benannt.

Die großen Reisen im Amazonasgebiet sowie die Reise nach Bahia dienten in erster Linie wirtschaftlichen Zwecken; ULE unterzog sich mit Sorgfalt und Geschick der ihm gestellten Aufgabe, die Methoden der Kautschukgewinnung zu studieren und den Formen des Handels in diesem wichtigen Tropenprodukt nachzugehen. Diesen Bestrebungen verdanken wir drei Arbeiten wirtschaftlichen Inhalts (Kautschukgewinnung und Kautschukhandel am Amazonenstrome, Beihefte zum Tropenpflanzer VI. Nr. 1. 1905; Kautschukgew. und Kautschukhandel in Bahia, Notizbl. Bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem V. Nr. 41a. 1908; vergl. ferner: die Kautschukpflz. Südamerikas, in KARSTEN u. SCHENCK, Vegetationsbilder 12. Reihe,

Heft 6. 1914), Arbeiten, die auf die Anbauversuche von Kautschukbäumen in andern Gegenden der Tropen, besonders in unsern Kolonien, befruchtend eingewirkt haben.

Das Lebensbild würde unvollständig sein, wollten wir schließlich nicht noch einer Fähigkeit des Forschers gedenken, der ein besonderer Schmuck seiner Arbeiten und Vorträge entsprang. Er war nämlich ein Meister im Photographieren; kaum ein anderer Tropenreisender hat so schöne deutliche Vegetationsaufnahmen gemacht wie er. Ein großer Teil der Bilder ist publiziert worden; eine Serie Bilder hat er in den Handel gebracht (vergl. auch FEDDE, Repert. XII. (1913) 558—562, Lichtbilder zur Pflanzengeographie u. Biologie, Nr. 66—80).

Unserer Gesellschaft trat er im Jahre 1892 bei; er hat uns mehrere Arbeiten schon von Rio de Janeiro aus eingesandt. Äußere Ehren sind dem bescheidenen anspruchslosen Manne, der sehr zurückgezogen nur seinen wissenschaftlichen Arbeiten lebte, nicht zuteil geworden; er hätte sie schon allein wegen seiner mit großer Sorgfalt angelegten Sammlungen verdient, die die Wissenschaft in vielseitiger Weise gefördert haben und noch fördern werden. Wer ihn kennen lernte, traute ihm bei seinem scheuen Wesen zuerst wohl kaum die Durchführung größerer Unternehmungen zu; doch war ihm eine ruhige Beharrlichkeit, eine Art stiller Energie eigen, die sich nicht leicht durch irgendwelche Widerwärtigkeiten von der Erreichung des Zieles abschrecken ließ. Bei seinen Kollegen erfreute er sich allgemeiner Beliebtheit; jeder schätzte seinen lauteren, rechtschaffenen und zuverlässigen Charakter. So wird er im Gedächtnis seiner Freunde fortleben, die stets gern mit ihm zusammen gearbeitet haben und ihm von Herzen noch größere Erfolge seines gediegenen Fleißes gegönnt hätten. Unter den zahlreichen deutschen Forschern, die unsere Kenntnisse von der reichen Pflanzenwelt Brasiliens gefördert haben, gebührt ihm ein besonderer Ehrenplatz.

Albert Orth.

Von
L. WITTMACK.
(Mit Bildnis.)

Am 23. August 1915 verschied nach nur ganz kurzem Krankenlager der Geh. Regierungsrat Dr. ALBERT ORTH, ordentlicher Honorarprofessor an der Universität Berlin, bis 1910 auch etatsmäßiger Professor an der Kgl. Landwirtschaftlichen Hochschule, nachdem er noch am 15. Juni in voller Frische, wenn auch des Krieges wegen in aller Stille, seinen 80. Geburtstag gefeiert hatte. Mit ihm ist ein hervorragender Forscher auf dem Gebiete der Landwirtschaft und der Bodenkunde dahingegangen.

Über sein Leben finden wir genaue Daten in der von seinem noch lebenden Bruder, Oberstleutnant a. D. ERNST ORTH, in Braunschweig herausgegebenen Schrift „Beiträge zur Geschichte der Familie ORTH 1454—1914“ (mit farbigem Familienwappen).

BENJAMIN EDUARD ALBERT ORTH war das fünfte von neun Kindern. Sein Vater OTTO ORTH übernahm 1834 das Gut Lengefeld, im Fürstentum Waldeck, in Pacht, zu welchem 1846 er noch das Rittergut Rhena hinzupachtete. ALBERT ORTH wurde in Lengefeld am 15. Juni 1835 geboren, erhielt den ersten Unterricht durch Hauslehrer, absolvierte dann das Gymnasium in Corbach und studierte von 1854 an in Göttingen, zuerst Theologie, dann 1855/56 in Berlin und darauf wiederum in Göttingen Philosophie, namentlich Chemie und Geologie. Eine eigentliche landwirtschaftliche Vorlesung hat er, nach seinen Anmeldebüchern zu urteilen, nie gehört. Es gab ja auch kaum eine solche. Nachdem er eine Stelle als Chemiker an einer Paraffinfabrik in Bermuthsfelde bei Aurich bekleidet hatte, wurde er 1. Lehrer an der Landwirtschaftlichen Schule in Beberbeck bei Hofgeismar und zugleich Geschäftsführer des landw. Kreisvereins Hofgeismar. — Nach des Vaters Tode, 1865, verwaltete ORTH zwei Jahre für die Familie die Pachtgüter Lengefeld und Rhena, bis die Pacht abgelaufen war, und beschloß dann, sich der akademischen landwirtschaftlichen Laufbahn zuzuwenden. Zunächst promovierte er in Göttingen 1868 mit einer Schrift: „Beiträge zur Bodenuntersuchung usw.“, Berlin,

S. CALVARY 1868. — Im selben Jahre und im folgenden errang er die ersten Preise für zwei Preisaufgaben: „Die geognostisch-

ALBERT ORTH
geb. den 15. Juni 1835 zu Lengefeld in Waldeck,
† den 28. August 1915 zu Berlin.

agronomische Erforschung des Schlesischen Schwemmlandes usw." Berlin, PAUL PAREY 1872, und „Die geognostisch-agronomische

Kartierung", dazu ein Atlas und vier Karten von Friedrichsfelde, Berlin, ERNST & SOHN, 1875.

Im Jahre 1870 habilitierte er sich in Halle, wurde aber bereits 1871 in Berlin Nachfolger des nach Gießen als ordentlicher Professor berufenen ALBRECHT THAER (des Enkels des Altmeisters THAER) indem er als außerordentlicher Professor an die Universität und zugleich Lehrer am damaligen landwirtsch. Lehrinstitut berufen wurde. Als das, von ihm sehr geförderte landw. Lehrinstitut 1881 zur Landwirtschaftlichen Hochschule erhoben wurde, wurde ORTH zum etatsmäßigen Professor an derselben ernannt. Er war zweimal Rektor der Hochschule, und auch nach seinem Abschiede, 1910, konnte er sich von der ihm so am Herzen liegenden Anstalt nicht ganz trennen, sondern behielt noch bis 1912 einige Vorlesungen und die Leitung des agronomisch-pedologischen Laboratoriums bei.

Ungemein segensreich war seine vierzigjährige Tätigkeit an der Hochschule. Er war unermüdlich im Unterweisen der Studierenden, die an ihm wie an einem väterlichen Freunde hingen; er war hochgeschätzt im Kreise seiner Kollegen wegen seiner Herzensgüte, eine wahre pia anima — und wegen seines eifrigen Strebens, die Hochschule immer mehr auszubauen. In seiner Doppelstellung setzte er es u. a. durch, daß an der Universität bei Promotionen jetzt auch Landwirtschaft als Hauptfach gewählt werden kann.

In seinen Vorlesungen legte er das Hauptgewicht auf die Erforschung des Grund und Bodens, als der Urquelle aller Landwirtschaft; besonders trat er für die Benutzung des Kalks und Mergels, sowie für die Gründüngung ein. Seine Methode der Bodenkartierung wurde von der Kgl. Preußischen Geologischen Landesanstalt, als diese die Flachlandkartierung in Angriff nahm, im wesentlichen angenommen und die erste von ORTH bearbeitete Kartierung war: „Rüdersdorf und Umgegend 1877". Er war auch bis 1880 Vorstand des agronomisch-chemischen Laboratoriums der geologischen Landesanstalt.

ORTH war ein großer Freund des Vereinswesens und hat sich in allen Vereinen, namentlich in der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, zu deren Gründern er gehörte, wie im Klub der Landwirte hoch verdient gemacht. Ueberall stand er an leitender Stelle. — Er war auch Mitglied des Reichsgesundheitsrates und des Deutschen Landwirtschaftsrates.

In die Deutsche Botanische Gesellschaft trat er schon bei ihrer Gründung ein und ist ihr bis an sein Lebensende treu geblieben. Auch dem Verein zur Beförderung des Gartenbaues in

den preußischen Staaten (jetzt Deutsche Gartenbau-Gesellschaft) widmete er seine Kräfte, indem er namentlich die Düngungsversuche einleitete.

Von seinen zahlreichen Veröffentlichungen können hier nur die zur Botanik in näherer Beziehung stehenden genannt werden. So seine Studien über die Bewurzelungsverhältnisse der Gründüngungspflanzen, die unter dem Titel „Anbau von Gründüngungspflanzen", 1891, im Jahrbuch der Deutschen Landwirtschaftl. Gesellschaft, Bd. VII, 1892, S. (313) bis (341) mit 1 Tafel, erschienen, und vor allem sein „Wurzelherbarium der Kgl. Landwirtschaftlichen Hochschule. Agronomisch-pedologisches Institut Berlin; Festgabe für die Mitglieder der IX. Wanderversammlung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft zu Berlin, 6.—11. Juni 1894." Mit vieler Mühe hatte er die Pflanzen auf dem leichten Talsandboden des damaligen Versuchsfeldes der Landw. Hochschule in der Seestraße entwurzelt und auf riesigen Tafeln aufgespannt, die noch heute im Museum der Landwirtschaftlichen Hochschule zur Schau gestellt sind. Die genannte Schrift gibt diese Pflanzen auf sechs Tafeln verkleinert wieder. — Angegeben ist dabei das Verhältnis von Oberirdisch zu Unterirdisch und auch das durchschnittliche Wachstum pro Tag. Dabei konnte nachgewiesen werden, daß die Getreidepflanzen, die meist als Flachwurzler gelten, mit ihren Wurzeln auch in die Tiefe gehen, wenn sie müssen, wenn ihnen das Wasser in den oberen Schichten fehlt. Der Winterroggen z. B. ging 123 cm, die zweizeilige Gerste 135 cm, der Hafer 127 cm, der Winterweizen nur 109 cm tief. Unter den Schmetterlingsgewächsen zeigte die 452 Tage alte Esparsette, auf das Sommerhalbjahr berechnet, ein Wurzelwachstum von 0,71 cm pro Tag. Sie ging 170 cm tief. Die Luzerne (433 Tage alt) erreichte sogar eine Tiefe von 265 cm, und 1,05 cm Längenwachstum pro Tag, auf das Sommerhalbjahr berechnet. Die Rispenhirse erreichte aber schon in 88 Tagen eine Wurzellänge von 155 cm und stand mit 1,76 cm Wurzelwachstum pro Tag allen anderen untersuchten Kulturpflanzen voran.

SACHS' Methode, die auflösende Wirkung der Wurzelhaare auf polierten Marmorplatten zu zeigen, änderte er in der Weise ab, daß er schwarzen Marmor wählte, auf dem man die Ätzungen viel besser sieht, und die Platten nicht flach auf den Boden der Gefäße legte, sondern sie fast senkrecht, nur wenig schräg in den Boden senkte, und die Samen oben dicht an die Platten legte. Da er große Platten von 1 m Länge und 30 cm Breite benutzte, so konnte man den Verlauf der Wurzeln, namentlich bei Pfahlwurzeln,

genau verfolgen. Auch diese Platten sind noch im Museum der Landw. Hochschule zu sehen.

Ebendaselbst findet sich die große, von ORTH veranstaltete Sammlung der typischen Bodenprofile des Deutschen Reiches vom Urgestein im Untergrunde bis zur Ackerkrume, mit Profilzeichnungen und mechanischen und chemischen Analysen. Eine Riesenarbeit. Die meisten Proben hatte ORTH selber auf seinen zahlreichen Reisen zusammengetragen.

Ein Zufall fügte es, daß ORTH der Paläobotanik große Dienste leisten konnte. Auf einem ihm und seinem Bruder, dem † Geh. Baurat AUGUST ORTH gehörigen Gelände zu Hilbersdorf, einem jetzt eingemeindeten Vorort von Chemnitz, wurden beim Ausschachten große fossile Baumstämme, *Araucarites*, gefunden. Die beiden Brüder überwiesen diese zum größten Teile dem Museum in Chemnitz, zum kleineren Teile der paläontologischen Sammlung des Berliner Museums für Naturkunde. Die riesigen Exemplare mußten z. T. in Chemnitz im Garten des Museums aufgestellt werden. Der größte Stamm war 26,30 m lang, unten 1,10, oben 0,5 m dick. Er war in 3 Stücke zerbrochen und diese sind nebst anderen Fundstücken als Denkmal für den † Geh. Baurat AUGUST ORTH an der Gabelung der Orth- und Zeppelinstraße im Oktober 1911 aufgestellt worden. Siehe „Der versteinerte Wald im Garten des König-Albert-Museums und das Orth-Denkmal in Chemnitz-Hilbersdorf“ von Prof. Dr. J. F. STERZEL, Direktor der städtischen naturwissenschaftlichen Sammlung, mit 2 Tafeln. Separatabdruck aus dem XVIII. Berichte der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Chemnitz, 1912, S. 51—61. — Ferner Prof. Dr. STREMME in „Aus der Natur“, 9. Jahrg., 1913, S. 271—275, mit Abb.

Schon früher, zuerst 1751, sind in Chemnitz im Porphyrtuff des mittleren Rotliegenden der Perm- oder Dyasformation Stämme von *Araucarites* Goepp. (*Araucarioxylon* Kraus) gefunden, ferner von Cordaïten, Calamarien, Psaronien und Medullosen. Über alle diese gibt STERZEL († 1914) a. a. O. nähere Auskunft. Die ausführlichste Beschreibung bringt aber LEO WEHRLI, „Der versteinerte Wald zu Chemnitz“, Neujahrsblatt der naturforschenden Gesellschaft in Zürich auf das Jahr 1915, 117. Stück. Mit 22 photographischen Originalaufnahmen des Verfassers auf 5 Lichtdrucktafeln, 4°, 21 S. Daselbst auch die Literatur. — Ich verdanke den Hinweis auf diese Schrift Herrn Dr. ERICH STRAUSS an der Städtischen naturwissenschaftlichen Sammlung in Chemnitz, und Herr Geh. Bergrat Prof. Dr. KEILHACK überließ sie mir freundlichst zur Durchsicht.

Die Hinterbliebenen ORTHs haben aus dessen Nachlaß noch weitere Stücke aus Chemnitz, sowie sonstige interessante Gegenstände dem geologisch-paläontologischen Institut der Universität Berlin zur großen Freude des Direktors des Instituts, Herrn Geh. Bergrat Prof. Dr. BRANCA, zum Geschenk gemacht. Man schaue sich die mächtigen Stämme und die so schön angeschliffenen Querschnitte im Flur des Museums für Naturkunde an. Es ist eine geradezu kostbare Sammlung!

ORTH erwarb auch das Herbarium meines einstigen Studiengenossen, des leider schon im 25. Lebensjahre am 6. Juni 1871 verstorbenen Dr. PAUL ROHRBACH, Kustos am Universitäts-Herbarium in Göttingen, des Monographen der Gattung *Silene*, und die Familie ORTH hat jetzt diese sorgfältig bestimmte Pflanzensammlung der Kgl. Tierärztlichen Hochschule zu Berlin zum Geschenk gemacht, wofür wir ihr auch an dieser Stelle unseren verbindlichsten Dank abstatten möchten.

Unmöglich ist es, hier all der zahlreichen Anerkennungen zu gedenken, deren ORTH sich zu erfreuen hatte. Hervorgehoben sei aber, daß seine Freunde und Schüler ihm schon 1892 seine Büste und am 70. Geburtstag ein Kapital zu einer „ORTH-Stiftung" sowie eine Festschrift überreichten. Die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft verlieh ihm 1879 die silberne Denkmünze für zwölfjährige Richtertätigkeit, 1910 die silbervergoldete EYTH-Denkmünze und zum 80. Geburtstage die höchste Auszeichnung: eine Verkleinerung des EYTH-Denkmals.

Ein Verzeichnis fast aller Veröffentlichungen ORTHs findet sich in der Festschrift zur Feier des 25jährigen Bestehens der Landwirtschaftlichen Hochschule, Berlin, PAUL PAREY 1906, S. 107 ff. — Die neueren Arbeiten sind größtenteils in dem ausführlichen Nekrolog, den ich im Jahrbuch der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft Bd. 30, 1915 S. 169 gegeben, aufgeführt. Dort ist auch der zahlreichen Reisen ins Ausland gedacht, die ORTH machte und von denen er stets Interessantes für die Sammlungen der landwirtschaftlichen Hochschule mitbrachte.

Seine Marmorbüste, die er der Hochschule überwies, sowie sein Ölbild im Konferenzzimmer daselbst werden auch künftige Geschlechter stets an diesen edlen Mann, der unermüdlich für die Landwirtschaft wirkte, erinnern.

Friedrich Minder.

Von
HANS KNIEP.

Am 11. Oktober 1915 ist FRIEDRICH MINDER den Heldentod gestorben. Ein kerndeutscher Charakter, dem nichts mehr galt als deutsche Treue und deutscher Mut, ist mit ihm dahingegangen. Treu hat er auch seiner botanischen Wissenschaft gedient als ein ernst strebender, gewissenhafter Arbeiter und als ein Lehrer, der es so recht verstand, seine Schüler zu naturwissenschaftlichem Denken zu erziehen und zur Freude am Beobachten anzuregen. Ich erfülle daher nicht nur eine Freundespflicht, wenn ich an dieser Stelle seiner gedenke.

FRIEDRICH MINDER wurde am 26. November 1883 in Bad Nauheim geboren. Er absolvierte die Oberrealschule zu Friedberg in Hessen und trat 1902 als Schulverwalter an der höheren Bürgerschule zu Sprendlingen in den Schuldienst ein. In dieser Stellung verblieb er jedoch nur kurze Zeit. Als er 1904 nach Heidelberg übersiedelte, um als Einjährig-Freiwilliger zu dienen, ließ er sich dort zugleich als Student der Naturwissenschaften immatrikulieren. Er setzte seine Studien dann in Jena und, seinem besonderen Interesse für Kryptogamen, speziell Algen, folgend, in Freiburg i. Br. fort. Hier war er vom W.-S. 1906/07 bis zum S.-S. 1909 Assistent am botanischen Institut. Im Jahre 1909 wurde ihm ein Reisestipendium verliehen, das er im Frühjahr zu einem achtwöchigen Aufenthalt in Neapel benutzte. Wir haben während dieser Zeit gemeinsam an der zoologischen Station über den Einfluß verschiedenfarbigen Lichts auf die Kohlensäureassimilation gearbeitet. Das Ziel dieser Untersuchungen[1]) war, unter Berücksichtigung der Lichtstärke die assimilatorische Wirkung des roten, blauen und grünen Lichts miteinander zu vergleichen. Daneben wandte MINDER sein Interesse der Algenflora des Golfes von Neapel zu, die er auf zahlreichen Exkursionen kennen lernte. Er begann ferner eine Untersuchung über die Parthenogenesis der Makrogameten von *Cutleria multifida* und die äußeren Bedingungen, unter denen diese sich ohne Befruchtung entwickeln. Wenn mich meine Erinnerung nicht täuscht, konnte MINDER die Angaben von REINKE und

1) [illegible]

FALKENBERG, nach denen unbefruchtete Eier in Neapel zugrunde gehen, nicht bestätigen. Er beobachtete parthenogenetische Entwickelung. Seine Hoffnung, diese Untersuchungen später wieder aufzunehmen und abzuschließen, sollte nicht in Erfüllung gehen.

Im Jahre 1910 wurde MINDER von der philosophischen Fakultät der Universität Freiburg zum Dr. phil. promoviert. Seine auf Anregung von OLTMANNS entstandene Dissertation behandelt die Fruchtentwicklung der parasitischen Corallinacee *Choreonema Thureti*[1]). Auf diese Arbeit hier hinzuweisen erscheint mir um so mehr angebracht, als sie in der neuesten Literatur nur wenig Beachtung gefunden hat (sie ist weder im botanischen Zentralblatt referiert noch in der neuesten zusammenfassenden Darstellung der Fortpflanzung der Algen von J. BONNET im Progressus rei botanicae Bd. 5 erwähnt). Der Vergessenheit anheimzufallen verdient sie gewiß nicht! Schon die Schwierigkeiten rein technischer Art, die der zytologischen Untersuchung der Kalkalgen entgegenstehen, sind erhebliche. Die Fruchtentwickelung selbst ist recht verwickelt und war nur durch die nicht leichte Kombination von Querschnitten durch die Konzeptakeln klarzustellen. Von den 30—40 Karpogonen, die in einem *Choreonema*konzeptakel enthalten sind, entwickelt sich gewöhnlich nur eins nach der Befruchtung weiter, ohne daß aber die übrigen Prokarpien bei der ferneren Fruchtentwickelung unbeteiligt blieben. Die Zygote schwillt an und verschmilzt zunächst mit der Auxiliare ihres Karpogonasts. Kernübertritt aus der Zygote in die Auxiliarzelle und Bildung von Fuß- und Zentralzelle findet nicht statt, vielmehr bleibt der Zygotenkern zunächst ungeteilt im Karpogon liegen. Letzteres tritt alsbald mit den Auxiliaren der benachbarten Prokarpien durch Fortsätze in Verbindung. So bildet sich aus den Auxiliarzellen unter Beteiligung des Zygotenplasmas eine große, kuchenförmige Zellmasse, doch verlieren die Auxiliarzellen nicht völlig ihre Selbständigkeit, da ihre basalen Teile auch später noch getrennt kenntlich sind. Während die Auxiliarkerne allmählich degenerieren, teilt sich der Zygotenkern, nachdem er sich erheblich vergrößert hat, in eine große Anzahl sporogener Kerne. Durch uhrglasförmige Wände werden am Rande der kuchenförmigen Zellmasse die einkernigen Karposporen abgeschnitten, die schließlich in so großer Zahl entstehen, daß sie fast die ganze Konzeptakelhöhlung ausfüllen. — MINDER betrachtet die Corallineen mit SCHMITZ als

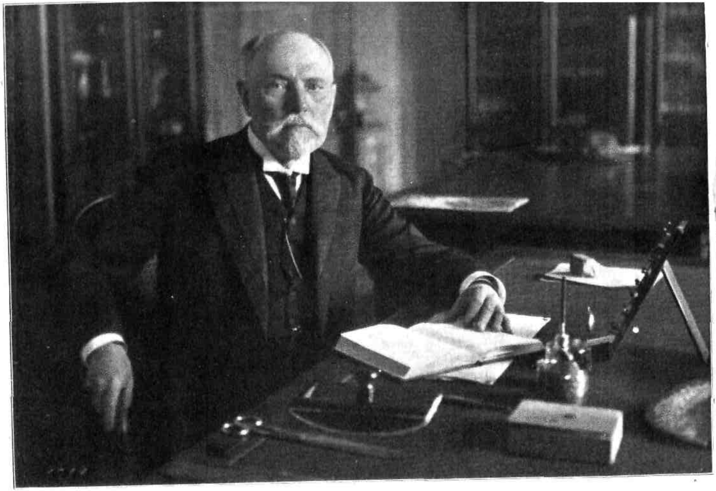
1) Über die Fruchtentwicklung von *Choreonema Thureti*. Diss. Freiburg i. Br. 1910.

die nächsten Verwandten der Squamariaceen und erblickt in der starken Häufung der Geschlechtsorgane bei *Chorconema* und deren Einschluß in das Konzeptakel eine Anpassung an die Verkalkung der Mutterpflanze.

Nach der Promotion machte MINDER in Gießen sein Staatsexamen. Bald darauf wurde er an der neu gegründeten städtischen Realschule in Brake (Oldenburg), zuerst als Hilfslehrer, dann als Oberlehrer angestellt. 1911 vermählte er sich und verbrachte nun in seiner neuen Heimat eine Reihe glücklicher Jahre.

Auf seinen zahlreichen botanischen Exkursionen entdeckte er im Ipweger und im Oldenbroker Moor je einen neuen Standort des nordischen *Rubus Chamaemorus*[1]), dessen Vorkommen bisher weder in Oldenburg noch in den benachbarten Provinzen Hannover und Schleswig-Holstein bekannt war. Im Oldenburgischen Landesverein für Naturkunde, dessen tätiges Mitglied er war, regte er die systematische Durchführung von Standortsaufnahmen pflanzengeographisch interessanter Pflanzen des Großherzogtums an. Kurz vor Beginn des Krieges wurde ihm diese Aufgabe übertragen. Er hat sie nicht mehr in Angriff nehmen können. Im August 1914 plante er eine Reise nach Helgoland, um für die Fortsetzung seiner Algenstudien Material zu sammeln, nachdem er sich die notwendigen Einrichtungen für mikroskopische Untersuchungen beschafft hatte. Auch dieser Plan sollte keine Verwirklichung mehr finden. Am 3. Mobilmachungstage eilte MINDER zu den Fahnen. Bis zum 12. August 1915 blieb er noch in der Heimat und mußte Rekruten ausbilden. Dann kam er mit seinem Regiment an die Ostfront. Er durchquerte große Strecken Galiziens und Rußlands, u. a. auch den Bjelowjesher Urwald; in seinen Tagebuchnotizen finden sich vielerlei Angaben botanischer und geologischer Natur über diese Gegenden. Im September wurde sein Regiment plötzlich nach dem Westen beordert. Er nahm an den schweren Kämpfen in der Champagne teil. Am 6. Oktober 1915 geriet er in französische Gefangenschaft, der er sich, als er das Herannahen seiner Landsleute hörte, durch die Flucht entzog. Dabei wurde er schwer verwundet. An den Folgen einer Infektion starb er am 11. Oktober im Lazarett zu Hirsau bei Pforzheim. Ein nachgeborener Sohn tritt sein Erbe an. Möchten in ihm die Ideale, denen der Vater in rastlosem Eifer zugestrebt hat, weiterleben!

1) F. MINDER, *Rubus Chamaemorus* in Nordwestdeutschland. Abhandl. des Naturw. Vereins Bremen. Bd. 23, 108—113. 1914.



Dr. Gregor Kraus

AGRICULTURAL LIBRARY
27 MAY 1927
COIMBATORE

Gregor Kraus.

Von
HANS KNIEP.

(Mit Bildnis.)

In Würzburg, an der Stätte, wo er als junger Student seine wissenschaftliche Laufbahn begonnen, hat GREGOR KRAUS am 14. November 1915 sein an Arbeit und Erfolgen reiches Leben beschlossen. Ein hervorstechender Grundzug seines Charakters, die *Anhänglichkeit an die bayerische Heimat* und an alles, was sein Leben entscheidend beeinflußt hat, hat es ihn als ein besonderes Glück empfinden lassen, daß er als Nachfolger des großen Physiologen, dessen erster Schüler er war, nach Würzburg zurückkehren durfte. Er hat hier 16 Jahre lang als akademischer Lehrer gewirkt. Als zunehmende Schwerhörigkeit ihn veranlaßte, nach fast 50jähriger Dozententätigkeit von seinem Amte zu scheiden, da war es wohl vor allem sein Wunsch, nunmehr ganz seinen wissenschaftlichen Arbeiten leben zu können. Es ist ihm leider nur zum geringen Teil vergönnt gewesen, das, was er sich für diese letzten Jahre vorgenommen hatte, zu vollenden. Mitten in der Arbeit hat ihn der Tod hinweggerafft.

Geboren wurde GREGOR KONRAD MICHAEL KRAUS am 9. Mai 1841 in dem damals bayerischen Städtchen Orb als Sohn des aus Retzbach bei Würzburg stammenden Lehrers A. FRIEDRICH KRAUS und seiner Gattin MARGARETHE geb. REMLIN[1]). Schon im 6. Lebensjahre wurde ihm der Vater durch den Tod entrissen. Die geringe Pension, die der Mutter verblieb, reichte kaum zum Allernötigsten aus, und nur durch die von den Verwandten gewährte Unterstützung wurde ihr die Erziehung der vier Kinder ermöglicht. Wenige, aber um so lebhaftere Erinnerungen verbanden GREGOR KRAUS mit seinem Vater. In Verehrung und Dankbarkeit gedenkt er in späteren Jahren seiner, der in ihm schon in frühester Kindheit den Sinn für Naturschönheit und Naturbeobachtung geweckt hat. „Den Sinn für die Blumenwelt und die Liebe für den Lehrberuf habe ich von ihm geerbt“, so

1) *Ich darf mich bei dieser kurzen Lebensskizze auf autobiographische Aufzeichnungen stützen, die mir in dankenswerter Weise zur Einsichtnahme überlassen wurden.*

SACHS, der dort an der landwirtschaftlichen Akademie lehrte, zu arbeiten. Der Einfluß von SACHS ist auf KRAUS' wissenschaftliche Entwicklung von einschneidender Bedeutung gewesen. Seine besondere Neigung zur Physiologie datiert von jener Zeit her. Wenn er auch hier wie auf allen Gebieten, auf denen er gearbeitet hat, schon bald eigene Wege ging, so zeigen doch seine Arbeiten unverkennbare Spuren SACHSschen Geistes und sind nicht minder Zeugnisse jener glänzenden Darstellungsgabe, die den SACHSschen Schriften eigen ist. Auf SACHS' Anregung begann KRAUS in Bonn Untersuchungen über die Gewebespannung, die er während eines Ferienaufenthalts in seiner Heimat weiterführte und im Herbst 1867 als Habilitationsschrift der philosophischen Fakultät der Universität Würzburg einreichte (7). Vor der Rückkehr nach Würzburg verbrachte KRAUS noch zwei Semester in Freiburg i. Br. Dort lehrte ANTON DE BARY, in dessen Laboratorium die Mehrzahl der damals heranreifenden jungen Botaniker ihre wissenschaftliche Ausbildung genoß. KRAUS schloß hier bleibende Freundschaft mit HERMANN GRAFEN ZU SOLMS-LAUBACH, der ihn nur um wenige Tage überlebt hat, und ALEXIS MILLARDET. Mit letzterem gemeinsam hat er eine 1868 erschienene Untersuchung über die Farbstoffe der Blaualgen und Diatomeen gemacht (9. 10.). Als DE BARY im Frühjahr 1867 von Freiburg wegberufen wurde, kam SACHS als sein Nachfolger dorthin. SACHS hatte sich in den vorhergehenden Jahren viel mit Untersuchungen über den Einfluß des Lichts auf die Kohlensäureassimilation, das Wachstum und die Gestaltung der Pflanzenorgane beschäftigt. Die Fülle neuer Gesichtspunkte und Fragestellungen, die sich aus diesen Arbeiten ergab, mag für KRAUS die Veranlassung gewesen sein, sich diesen Gebieten zuzuwenden. Er begann in Freiburg Versuche über die Stärkeerzeugung im Chlorophyll in ihrer Abhängigkeit von Licht und Wärme, die er im folgenden Jahre in Würzburg zum Abschluß brachte (11. 13). Auch seine Untersuchungen über das Etiolement gehören dieser Periode an (12. 14).

Der junge Würzburger Privatdozent hielt im Wintersemester 1867/68 seine erste Vorlesung über „Pharmakognosie mit mikroskopischen Demonstrationen der Drogen". Als AUGUST SCHENK im im Frühjahr 1868 nach Leipzig berufen wurde, wurde KRAUS mit dessen Vertretung für das Sommersemester betraut. Er las das fünfstündige Hauptkolleg über allgemeine und zugleich eine vierstündige Vorlesung über medizinische Botanik (Systematik). Im Herbst 1868 folgte er seinem Lehrer nach Leipzig und wurde dort Assistent am botanischen Institut.

schreibt er. — Die ersten Kinderjahre verbrachte KRAUS in seiner Vaterstadt. Er genoß dort auch den ersten Lateinunterricht, der ihn für das Gymnasium vorbereitete. 1852 kam er nach Aschaffenburg auf das humanistische Gymnasium. Er rühmt hier namentlich den Unterricht in alten Sprachen und im Deutschen, der in ihm eine bleibende Neigung zum klassischen Altertum und zu den Werken der deutschen Klassiker, namentlich zu GOETHE, der sein ständiger Begleiter im Leben war, geschaffen hat. Die reiche GOETHEbibliothek, die er sich später erworben hat, nannte er sein Lebenskleinod; in dankbarer Anhänglichkeit hat er sie kurze Zeit vor seinem Tode seinem Aschaffenburger Gymnasium geschenkt. — Neben der Pflichtarbeit für die Schule, die ihm nicht schwer fiel — er war immer einer der besten Schüler — gab er sich seinen naturwissenschaftlichen Interessen hin. „Es war im Jahre 1855, wo mir ein „Leben LINNÉs" in die Hände fiel. Von da an war mein Lebensziel, Botaniker und Arzt zu werden." Für die botanischen Studien war ihm KITTELs vortreffliches Taschenbuch der deutschen Flora der erste Wegweiser, außerdem studierte er viel in DIPPELs Pflanzenanatomie. Schon als junger Schüler erwarb er sich eingehende Kenntnisse auf dem Gebiete der speziellen und allgemeinen Botanik, daneben scheint ihn vor allem Geologie interessiert zu haben. Er hat als Schüler viel gesammelt und bestimmt; was er gezeichnet und beschrieben hat, legt Zeugnis ab von einer früh entwickelten, ausgezeichneten Beobachtungsgabe.

Nach bestandenem Abiturientenexamen, im Herbst 1860, ging KRAUS nach Würzburg, um Medizin und Naturwissenschaften zu studieren. Seine maßgebenden Lehrer waren hier AUGUST SCHENK, ALBERT VON KÖLLIKER und der Anatom HEINRICH MÜLLER. Bereits als Student hat er drei wissenschaftliche Arbeiten (1—3)[1]) vergleichend anatomischen und palaeontologischen Inhalts veröffentlicht. Mag auch AUGUST SCHENK dazu die erste Anregung gegeben haben, in ihrer Durchführung sind sie doch schon völlig selbständige Leistungen. Am 13. Januar 1866 promovierte KRAUS in der philosophischen Fakultät zu Würzburg mit einer Arbeit über den Bau trockener Perikarpien (4).

Im Jahre 1865 hatte der junge Bonner Professor JULIUS SACHS sein Handbuch der Experimentalphysiologie der Pflanzen veröffentlicht. Als KRAUS dieses epochemachende Werk gelesen hatte, stand sein Entschluß fest, nach Bonn zu gehen, um bei

1) Die rund eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf das beigefügte Verzeichnis der Schriften von GREGOR KRAUS.

Auch diese Tätigkeit währte nur kurze Zeit. Bereits im Frühjahr 1869 erhielt der noch nicht 28jährige einen Ruf als *ordentlicher Professor der Botanik an die Universität Erlangen.* Seine organisatorischen Fähigkeiten fanden hier ein reiches Arbeitsfeld. Er gestaltete den Unterricht nach modernen Gesichtspunkten um, richtete das Institut und den Garten neu ein. Daneben entfaltete er eine äußerst fruchtbringende wissenschaftliche Tätigkeit. Neben vielen anderen entstand hier die bahnbrechende Arbeit über das Chlorophyll (26).

KRAUS wirkte in Erlangen $3^1/_2$ Jahre. Im Herbst 1872 folgte er einem *Ruf nach Halle als Nachfolger* DE BARYS. *Die* 26jährige Tätigkeit in Halle bedeutet in vieler Hinsicht den Höhepunkt seines Schaffens. Er selbst schreibt folgendes über diese Zeit: „Es galt zunächt, was mein Vorgänger DE BARY bei der kurzen Zeit seines Aufenthalts nicht ausführen konnte, die reichen Schätze des Instituts, die Pflanzensammlungen und Bücher, die der unermüdliche VON SCHLECHTENDAL zusammengebracht, zu ordnen, zu katalogisieren und brauchbar aufzustellen, den großen Garten für den Unterricht umzugestalten, und neben dem mikroskopischen ein physiologisches Laboratorium zu schaffen. Hier entstanden dann im Laufe der Jahre eine Reihe monographischer physiologischer Arbeiten: zunächst über die Wasserverteilung in der Pflanze (Schwellungsperiode, auch später in den Tropen fortgesetzt. 57. 69. 74. 92. 110); aus der Physiologie des Stoffwechsels die Abhandlung über den Stoffwechsel der Crassulaceen (96) und Grundlinien einer Physiologie des Gerbstoffs (102). Von den alljährlichen Reisen ins Ausland zeitigten die römischen Aufenthalte die Abhandlung über Blüten-Wärme bei *Arum italicum* (86, 93). Ein schöner, altberühmter Garten reizte zu geschichtlichen Studien und führte darüber hinaus zu einer „Geschichte der Pflanzeneinführungen in Europa", sowie einer Geschichte des botanischen Unterrichts (101. 107.) und in der Rektoratsrede dazu, den berühmten Halleschen Philosophen CHRISTIAN WOLFF als den kennen zu lernen, der den Studenten zuerst mikroskopische Demonstrationen hielt. Die im Jahre 1893/94 ausgeführte Reise nach Indien und Java gab neben einer lebendigen Vorstellung von der Tropenvegetation Gelegenheit, das tägliche Wachstum der Bambusrohre (110) und das Dickenwachstum der Palmen (114) zu studieren. „Akademische Vorträge zu halten und anregend zu gestalten hat mir zu jeder Zeit Freude gemacht, und an der Universität Halle mit ihren weltbekannten landwirtschaftlichen Instituten gab es Zuhörer aus allen Ländern. Schon in den 70er Jahren hatte ich tägliche Demon-

strationes in horto, eigentlich die erste ursprüngliche Form des botanischen Unterrichts, als sehr zweckmäßig wieder eingeführt und habe diese Demonstrationen jeden Sommer von 7—$7^1/_4$ Uhr in Halle wie in Würzburg mit vielem Beifall gehalten." Die rhetorisch wie inhaltlich glänzenden Vorlesungen, die KRAUS hielt, sind wohl allen seinen Schülern noch in lebhafter Erinnerung.

So reich diese 26 Jahre für KRAUS an Erfolgen, an Glück und an Ehren waren, so fehlten doch auch bittere Erfahrungen nicht. Im Jahre 1890 wurde ihm seine Gattin, mit der er seit 1878 in glücklichster Ehe verbunden war, durch den Tod entrissen. Es lag in seiner Natur, daß er diesen Verlust nie verschmerzen konnte.

Als durch JULIUS SACHS' Tod der Lehrstuhl für Botanik an der Würzburger Universität frei wurde, folgte KRAUS freudig dem an ihn ergangenen Ruf an seine Heimatuniversität. Es mag ihm nicht leicht geworden sein, das ihm lieb gewordene Halle zu verlassen. So sehr er Süddeutscher war und so sehr er an seiner süddeutschen Heimat hing, so wußte er doch von Halle nur Gutes zu berichten. Es wäre völlig verfehlt, anzunehmen, daß ihn etwa eine Antipathie gegen das Preußentum von dort vertrieben hätte. Er hat stets dem preußischen Geiste und den preußischen Einrichtungen Achtung gezollt, ja Verehrung entgegengebracht. Ohne gegen den Grundsatz zu verstoßen ‚De mortuis nil nisi bene', dürfen wir sagen: es war ihm selbst manches von diesem Preußengeiste eigen: Das Organisationstalent, die ausgesprochene Ordnungsliebe, die Exaktheit bis ins Kleinste in allem, was er unternahm und was unter seiner Leitung zu geschehen hatte, die Strenge gegenüber seinen Untergebenen und seinen Schülern. Schon 1866 schreibt er einmal: „Der Aufenthalt in Bonn und noch mehr meine mit komischen kleinen Abenteuern geschmückte Rückreise von da über den Kriegsschauplatz 1866 heilte mich für alle Zeit von der süddeutschen Gemütlichkeit." Seitdem ist freilich auch in Süddeutschland manches anders geworden. — Was KRAUS hauptsächlich nach Würzburg zog, war gewiß einmal der Umstand, dort als Nachfolger von SACHS wirken zu können, zweitens die vielen dankbaren Jugenderinnerungen, die ihn mit dieser Stadt verknüpften und nicht zuletzt der wohl schon lange gehegte Wunsch, sich der Bearbeitung der mannigfachen Probleme, die die heimische Pflanzenwelt mit ihren eigenartigen Vegetationsbedingungen bietet, Problemen von einer weit über das lokale Interesse hinausgehenden Bedeutung, ganz widmen zu können. Es war namentlich die Präzisierung der Standortsfaktoren des Wellenkalks und ihres Einflusses

auf die Flora, deren Bearbeitung er in Angriff nahm. Am Rande des Spessarts, in der Nähe von Gambach, unweit Karlstadt am Main, hatte er sich hierfür ein einzig schön gelegenes Beobachtungs- und Versuchsfeld erworben. KRAUS hat uns durch diese seine Untersuchungen vieles mit anderen Augen anzuschauen gelehrt, als wir es bisher zu sehen gewohnt waren, mehrere wichtige, seit langer Zeit umstrittene Probleme hat er der Lösung entgegengeführt. Bis in die letzten Tage, ja Stunden seines Lebens beschäftigte ihn die Flora seiner Heimat.

Das botanische Institut uud der botanische Garten zu Würzburg, denen KRAUS von 1898—1914 vorstand, haben unter seiner Leitung verschiedene wesentliche Umgestaltungen erfahren. Er schuf zunächst eine umfangreiche Institutsbibliothek, auf deren Vorhandensein SACHS, der alles, was er brauchte, selbst besaß, wenig Wert gelegt hatte. Die große SACHSsche Separatensammlung wurde angekauft, die wichtigsten Zeitschriften und Handbücher beschafft. Die gleiche Vervollständigung erfuhr das Instrumentarium, namentlich das mikroskopische. Die Pflanzensammlungen wurden wesentlich vergrößert durch Schenkung eines schönen mitteleuropäischen Herbars und Anlage eines Herbars der unterfränkischen Pflanzen, das die heimische Flora ziemlich vollständig repräsentiert. Er schenkte ferner seine große javanische Sammlung und bereicherte dadurch das Institut um zahlreiche sehr wertvolle morphologisch und biologisch interessante Präparate. Der botanische Garten wurde von Grund aus neu geordnet. Das Pflanzensystem erfuhr eine Umgestaltung; neu hinzu kamen die Einrichtungen biologischer, geographischer und historischer Gruppen (Geschichte der Pflanzoneinführungen), ferner eine eigene Abteilung, die die ökologische Gliederung der unterfränkischen Flora repräsentiert. So haben Wissenschaft und Unterricht dieser zweiten Würzburger Tätigkeit von KRAUS viel zu danken.

GREGOR KRAUS war eine in jeder Hinsicht selbständige Natur. „Bene vixit qui bene latuit" sagt er einmal mit unverkennbarer Beziehung auf sich selbst. Er liebte es nicht, mit dem Strom zu schwimmen, weder in der Wissenschaft noch im Leben. Unabhängig zu sein in allem was er tat, war sein Grundsatz. Wie wenige verstand er sich auf die Kunst zu leben.

Die Forschertätigkeit von KRAUS ist eine äußerst vielseitige und fruchtbare gewesen. Als ein Botaniker der alten Schule im besten Sinne des Wortes, ausgezeichnet in gleicher Weise durch umfassendes Wissen wie durch reiche praktische Erfahrung, hat

er die verschiedensten Zweige seiner Wissenschaft durch grundlegende Arbeiten gefördert. Auf vier großen Gebieten ist KRAUS produktiv tätig gewesen: auf dem der vergleichenden Anatomie und Palaeophytologie, der Physiologie, der Geschichte der Botanik und der Pflanzengeographie. Wir wollen diese Einteilung dem Folgenden zugrunde legen. Sie ist eine chronologische nur insofern, als die vergleichend anatomischen Arbeiten zum großen Teil der ersten, die ökologisch-pflanzengeographischen fast ausschließlich der letzten Periode von KRAUS' wissenschaftlicher Tätigkeit angehören.

Wie oben schon erwähnt, hat KRAUS bereits als junger Student drei anatomische Arbeiten veröffentlicht (1—3). Die ersten beiden betreffen die Hölzer, die dritte den Bau der Cycadeenfiedern. Die wissenschaftliche Bedeutung der Untersuchungen liegt hauptsächlich darin, daß der Wert anatomischer Merkmale für die Unterscheidung einzelner Formen geprüft wird. KRAUS bedient sich also einer Forschungsmethode, die erst lange Jahre später von RADLKOFER zum Programm erhoben wurde. Er kommt zu dem Resultat, daß wohl für die Unterscheidung von Gattungen und Artgruppen die anatomischen Merkmale in vielen Fällen diagnostischen Wert beanspruchen dürfen, doch gaben ihm seine Untersuchungen keinen Anhaltspunkt, Artenunterschiede exakt zu formulieren. Wenn das auch als allgemeiner Satz nicht zutrifft und von KRAUS auch als solcher nicht aufgestellt wurde, so war diese Konstatierung in den speziellen Fällen doch sehr wichtig, denn sie ermöglichte es, eine große Reihe zu weitgehender palaeophytologischer Deutungen, die von älteren Autoren auf Grund unzureichender Untersuchungen gemacht worden waren, auf das richtige Maß zurückzuführen. Die Arbeiten enthalten zugleich eine Bearbeitung der fossilen Cupressineen der Rhön (1); kurz darauf erschienen Mitteilungen über die Araucarien des fränkischen Keupers (5).

Mit fossilen und rezenten Hölzern hat sich KRAUS auch in der Folgezeit noch viel beschäftigt (27, 28, 29, 31, 32, 37, 40, 46, 52, 70, 75—81, 84, 85, 97, 98) und hat namentlich auf Grund der Resultate, die ihm die vergleichende Untersuchung verschiedener Teile eines Individuums und der individuellen Variabilität ergaben, zahlreiche Angaben GOEPPERTs korrigiert. Daß SCHIMPER ihn veranlaßte, für seinen Traité de paléontologie végétale die fossilen Coniferenhölzer (31) zu bearbeiten, zeigt, daß seine Untersuchungen sich auch in Kreisen der Palaeontologen größter Wertschätzung erfreuten. Die Aufstellung der diagnostischen Merkmale ermöglichte KRAUS ferner die Identifizierung der Treibhölzer der zweiten

deutschen Nordpolexpedition (28, s. ferner 32, 40) und führte zu der Feststellung, daß diese Hölzer den sibirischen Wäldern entstammen müssen. Es war damit auf biologischem Wege eine Stütze für die von PETERMANN verfochtene Ansicht geschaffen, daß das arktische Treibholz ein Produkt des Polarstroms ist.

Die Arbeit über den Bau der Cycadeenfiedern (3) gibt gleichfalls wichtige Anhaltspunkte für die Verwendung anatomischer Merkmale in der Systematik. KRAUS hat hier den Begriff des Hypoderms aufgestellt, der sich seither eingebürgert hat. — Die Inauguraldissertation (4) ist die erste, an der Hand eines reichen Materials durchgeführte vergleichend anatomisch-systematische Untersuchung der Fruchthüllen, deren Bau bis dahin nur höchst unvollkommen bekannt war.

Die erste physiologische Untersuchung von KRAUS behandelt die Gewebespannung (7). Wir sind heute, nachdem wir erkannt haben, daß die Gewebespannung im pflanzlichen Organismus nicht die Rolle spielt, die man ihr einst zuschreiben zu müssen glaubte — man vergleiche z. B., welch breiten Raum in SACHS' Experimentalphysiologie (1865) Erörterungen über die Gewebespannung einnehmen — vielleicht geneigt, die Bedeutung dieser Arbeit etwas zu unterschätzen. Gewiß ist es nicht richtig, wenn die Gewebespannung aus den Wachstumseigentümlichkeiten der Zellen erklärt wird, wenn ferner z. B. helio- und geotropische Krümmungen auf durch das Licht und die Schwerkraft hervorgerufene Spannungsänderungen zurückgeführt werden; im Rahmen ihrer Zeit betrachtet ist die Arbeit aber eine hervorragende Leistung, die nicht zu Unrecht großes Aufsehn erregt hat. Enthält sie doch die Entdeckung der Querspannung des Stammes und die ersten umfassenden quantitativen Angaben über die Größe der Längsspannung der verschiedenen Gewebebezirke. Auch die Tatsache, daß die Spannungsintensität im Pflanzenkörper periodischen Änderungen unterliegt, ist hier schon behandelt, eine Frage, auf die KRAUS in mehreren späteren Untersuchungen zurückkommt (25, 48, 55, 57, 66, 67, 74, 110). Eingehende Mitteilungen über den Verlauf und das Zustandekommen dieser tagesperiodischen Dickenänderungen der Stämme („tägliche Schwellungsperiode") finden sich im ersten und besonders im dritten Teile der Studien über die Wasserverteilung in der Pflanze (57, 74). Im letzteren wird die allgemeine Verbreitung der Schwellungsperiode auch bei anderen Organen (Blättern, Früchten, Knospen, Knollen) dargetan. Auch in den Tropen hat sich KRAUS mit der Erscheinung beschäftigt und gezeigt, daß die Tropenbäume sich denen unserer

Flora ganz analog verhalten (110). Mit Hilfe äußerst exakter Methoden ist in diesen Untersuchungen durch unzählige Messungen der genaue Gang der Schwellungsänderungen in den verschiedenen Organen festgestellt worden. Unter normalen Bedingungen tritt in der Natur am frühen Morgen eine langsame Volumverminderung der Pflanzenteile ein, die bis zum Nachmittag, wo sie ihr Minimum erreicht, anhält. Alsdann beginnt die Schwellung wieder zu steigen; sie erreicht ihre größte Höhe in der Nacht vor Sonnenaufgang. Parallelgehend mit der An- und Abschwellung ließ sich eine absolute Zu- und Abnahme des Wassergehalts feststellen. Da wo es sich um parenchymatische Gewebe handelt, sind es tägliche Schwankungen der Turgeszenz, die die Schwellungsperiode hervorrufen; da aber auch der Holzkörper die rhythmischen Volumschwankungen zeigen kann, die in manchen Fällen sogar die ausschließliche Ursache der Dickenänderung des Stammes sind, müssen auch Imbibitionsänderungen der Zellhäute als Erklärung mit herangezogen werden. Wasserzufuhr und Unterdrückung der Transpiration erhöhen die Schwellung, Steigerung der Transpiration drückt sie herab. Damit erklärt sich der tägliche Gang der Schwankungen.

Der schon 1867 nachgewiesene, später, wie wir soeben sahen, weiter verfolgte Zusammenhang zwischen Wassergehalt und Schwellungsgröße hat wohl KRAUS dazu geführt, die Wasserverteilung in der Pflanze und ihre Beziehung zu verschiedenen Lebensvorgängen einer allgemeinen Untersuchung zu unterziehen. Die Resultate derselben sind in vier größeren, 1879—1884 erschienenen Abhandlungen (57, 69, 74, 92) niedergelegt. In der ersten derselben wird u. a. gezeigt, daß in jedem wachsenden Internodium der Wassergehalt eine „große Periode" aufweist. Diese große Periode fällt aber keineswegs mit der des Wachstums zusammen, denn der relative Wassergehalt nimmt so lange zu, als das Internodium überhaupt in die Länge wächst; erst wenn das Längenwachstum eingestellt ist, tritt allmähliche Abnahme des prozentischen Wassergehalts und Zunahme an Trockensubstanz ein. Von besonderem Interesse sind die Angaben über die Wasserverteilung bei geotropisch und phototropisch gekrümmten Organen. Stets ist die sich konvex krümmende Seite wasserreicher als die konkave, und zwar ist bemerkenswerterweise diese ungleiche Verteilung des Wassers in horizontal gelegten oder einseitig beleuchteten Stengeln oder Wurzeln schon nachweisbar, noch ehe eine Krümmung stattgefunden hat.

Wie verhalten sich nun während dieser beim Wachstum erfolgenden Veränderungen des Wassergehalts die im Zellsaft gelösten

Stoffe? Diese Frage legt sich KRAUS in der zweiten Abhandlung vor und er beantwortet sie folgendermaßen. Das spezifische Gewicht des Zellsafts, eine Funktion der darin gelösten Substanzen, ist in den jüngsten Internodien am größten und nimmt zu den älteren hin ab; später tritt gewöhnlich wieder eine kleine Steigerung ein. Im besonderen ließ sich zeigen, daß gelöstes Eiweiß mit dem Wachstum und Alter eines Internodiums relativ abnimmt. Dasselbe gilt für die freien Säuren, für die anderseits absolut eine Zunahme festgestellt wurde. Dagegen nimmt der Zucker im wachsenden Stengel zunächst bis zu einem Maximum relativ und absolut zu, um dann wieder zu sinken. Für die Erforschung der tropistischen Reizerscheinungen ist es nun sehr wichtig, daß KRAUS auch bei sich geotropisch und phototropisch krümmenden Sprossen Differenzen im Zucker-, oft auch im Säuregehalt in den konvexen und konkaven Seite nachgewiesen hat, und daß solche Differenzen sich (ebenso wie die Veränderungen des Wassergehalts) bereits vor Eintritt der Krümmungsbewegungen einstellen. Die Beobachtungen zeigen uns, daß die Reizvorgänge irgendwie mit Stoffwechselprozessen verkettet sind, was bisher nur für sehr wenige pflanzliche Reizerscheinungen einwandfrei nachgewiesen werden konnte. In der konvex werdenden Stengelhälfte erhöht sich zuerst der Zuckergehalt, während sich der Gehalt an freier Säure etwas zu vermindern pflegt. Nach einiger Zeit tritt dann eine absolute Abnahme des Zuckers und gewöhnlich auch der freien Säure ein.

Der Inhalt der dritten Abhandlung, die die Schwellungsperiode behandelt, haben wir oben bereits kurz charakterisiert, die vierte ist ausschließlich den Veränderungen des Säuregehalts des Zellsafts, über die in der zweiten nur mehr beiläufig einige Erfahrungen gesammelt waren, gewidmet. Schon seit langer Zeit, namentlich aber durch die Untersuchungen von ADOLF MAYER, an die KRAUS hier in erster Linie anknüpft, war es bekannt, daß gewisse Pflanzen (*Bryophyllum*) nachts reicher an Säure sind als am Tage. KRAUS zeigt zunächst, daß diese Erscheinung eine allgemeine Regel ist. Sie ist allerdings bei den meisten Pflanzen nur wenig ausgeprägt, so daß es sehr genauer Untersuchungsmethoden bedarf, sie nachzuweisen. Bei den Crassulaceen, die die periodische Zu- und Abnahme der Säure besonders deutlich zeigen, hat KRAUS den Prozeß quantitativ verfolgt und gefunden, daß das Säuremaximum in den ersten Morgenstunden liegt. Er konnte auch zeigen, daß die nächtliche Säureanhäufung nur in Gegenwart

hängen muß, daß ferner die Säureabnahme am Tage ebenfalls an das Vorhandensein von Sauerstoff, aber auch an das des Lichts geknüpft ist.

Weiter ausgebaut wurden diese Ergebnisse in der bekannten Abhandlung über den Stoffwechsel der Crassulaceen (96). Hier sind die wesentlichen Punkte dieses interessanten Stoffwechselprozesses völlig klar gelegt. So wird vor allem der Nachweis geführt, daß die nächtliche Vermehrung der Säure (Apfelsäure) durch Oxydation von Kohlehydraten, die im täglichen Assimilationsprozeß gebildet wurden, zustande kommt. Ein Teil dieser Säure ist an Kalk gebunden, ein Teil bleibt frei und schwindet am Tage unter dem Einfluß des Lichts und unter Mitwirkung des Chlorophylls. Es entsteht daraus Kohlehydrat. Auf welchem Wege, das läßt zwar KRAUS noch offen, doch hält er die uns jetzt geläufige Deutung, daß die Apfelsäure zuerst zu Kohlensäure oxydiert wird, die die Pflanze dann assimiliert, für die wahrscheinlichste.

Zahlreiche andere Teilgebiete der Stoffwechselphysiologie hat KRAUS durch bedeutsame Untersuchungen gefördert. Wir gedenken hier zunächst einer seiner Erstlingsarbeiten über den Einfluß von Licht und Wärme auf die Stärkeerzeugung im Chlorophyll (13), in welcher u. a. gezeigt wird, daß die Bildung von Stärke in entstärkten Chloroplasten schon sehr bald nach der Beleuchtung einsetzt, bei *Spirogyra* im Sonnenlicht schon nach 5 Minuten. — Ferner nennen wir die Untersuchungen über das Inulin (39, 43, 50, 131), in denen dieser Körper makrochemisch dargestellt und der Nachweis geführt wird, daß er in seinem Vorkommen nicht auf die Compositen beschränkt ist, sondern auch bei den nahe verwandten Campanulaceen, Lobeliaceen, Stylidiaceen und Goodeniaceen, außerdem aber auch bei den Violaceen auftritt — die Mitteilung über die ersten quantitativ-chemischen Untersuchungen des Siebröhreninhalts von *Cucurbita* (88, 94) und über die Veränderungen des Kalkoxalatgehalts in austreibenden Rhizomen und Zweigen (112). Von den größeren Arbeiten verdienen drei eine ganz besondere Hervorhebung: die über das Chlorophyll (26), die über die Blütenwärme von *Arum italicum* [2 Teile (86, 93)] und die Grundlinien einer Physiologie des Gerbstoffs (102).

Die spektralanalytischen Untersuchungen über die Chlorophyllfarbstoffe und ihre Verwandten sind zu bekannt, als daß es nötig wäre, auf sie im einzelnen näher einzugehen. In jedem Lehrbuch finden wir das Absorptionsspektrum des Chlorophylls mit seinen charakteristischen 7 Absorptionslinien abgebildet, das KRAUS mit

Hilfe des Mikrospektralapparats, den er damit zum ersten Male in der Pflanzenphysiologie anwandte, gewonnen hatte. Die Entdeckung des Entmischungsverfahrens (Durchschütteln der alkoholischen Chlorophyllösung mit Benzol) und der damit geführte Nachweis, daß das Rohchlorophyll aus mindestens zwei Farbstoffen, einem blaugrünen und einem gelben, besteht, datiert schon aus einer etwas früheren Zeit. Bereits in der 1868 mit MILLARDET gemeinsam veröffentlichten Untersuchung über Algenfarbstoffe (9, 10) hat KRAUS diese Methode angegeben. Prinzipielle Bedeutung dürfen noch zwei in dem Chlorophyllbuch mitgeteilte Tatsachen beanspruchen. Einmal der kürzlich von WILLSTAETTER (einem ehemaligen Schüler von KRAUS) bestätigte Nachweis der Identität des Chlorophylls bei allen grünen Pflanzen, zweitens die Entdeckung, daß im lebenden Blatt die Absorptionsstreifen des Chlorophylls nach dem schwächer brechbaren Teile des Spektrums verschoben sind. Auf Grund verschiedener Versuche vertritt KRAUS die Meinung, daß dies mit der größeren Dichtigkeit des Mediums, in welches der Farbstoff im Blatte eingelagert ist, zusammenhängt, und äußert den interessanten Gedanken, daß damit vielleicht ein Mittel gegeben wäre, die Dichtigkeit der protoplasmatischen Grundlage der Chlorophyllkörper zu bestimmen. Die heute vielfach vertretene Auffassung, die Verschiebung der Absorptionsstreifen rühre daher, daß das Chlorophyll im Blatt sich in kolloidaler Lösung befindet, ist zwar eine in ein etwas moderneres Gewand gekleidete Hypothese, bedeutet aber gegenüber dem, was KRAUS 1872 festgestellt hatte, keinen sehr wesentlichen Fortschritt.

Ebenso bekannt sind die Untersuchungen über die Selbsterwärmung der Kolben von *Arum italicum*. In welchem pflanzenphysiologischen Buche wäre nicht die Beobachtung zitiert, daß die *Arum*-Kolben durch die in ihrem Stoffwechsel produzierte Wärme ihre Eigentemperatur um nahezu 36° über die der Umgebung erhöhen können? Aber nicht allein und nicht in erster Linie in der Konstatierung dieser in quantitativer Beziehung einzig dastehenden Tatsache besteht die Bedeutung der Untersuchungen. KRAUS hat den Verlauf der Erwärmung während des Aufblühens, der sich als eine eingipfelige, am Nachmittag ansteigende und in der folgenden Nacht wieder abfallende Kurve darstellt, eingehend verfolgt und gezeigt, daß der Prozess hauptsächlich im Kolben selbst lokalisiert ist. Er hat ferner gezeigt, daß während der Erwärmungsperiode eine enorm gesteigerte Transpiration stattfindet, so daß die abgegebene Wassermenge an Gewicht das der Keule übertrifft, ferner daß innerhalb der kurzen Zeit die Trockensubstanz der

Keule eine Verminderung um 75 % erfahren kann. Letztere Tatsache steht ganz ohne Analogon da. Der wegen seiner verhältnismäßig starken Atmung (um eine solche handelt es sich auch beim *Arum*-Kolben) bekannte keimende Weizen verliert pro Tag nur 1,2 % an Trockensubstanz, also den 62. Teil der Menge, die *Arum* einbüßt. Die chemische Untersuchung der Kolben vor und nach der Erwärmung führte zu dem wichtigen Ergebnis, daß Stärke und Zucker völlig schwinden, Eiweiß, Amide und Aschesubstanzen in ihrer Menge gleichbleiben, während die Säuren während der Erwärmung ein wenig zunehmen. Für die Theorie der Atmung war dieses Resultat außerordentlich wichtig, denn es zeigt, daß die damals verbreitete Annahme, der primäre Prozess bei der Atmung sei eine Eiweißspaltung, zum mindesten nicht allgemein gültig und nicht notwendig ist. In der *Arum*-Keule liefern ausschließlich Kohlehydrate das Atmungsmaterial, die N-haltigen organischen Stoffe bleiben unangetastet.

Andere Araceenkolben lassen im Prinzip den gleichen Verlauf der Erwärmungskurve erkennen. Gelegentlich seiner Tropenreise hat KRAUS die Untersuchungen auch auf Cycadeen und Palmen ausgedehnt (111) und gefunden, daß hier mehrere Wärmeperioden in aufeinanderfolgenden Tagen vorkommen. — Die biologische Deutung, die KRAUS der Erscheinung gibt, ist bekanntlich die, daß durch die Erwärmung die die Bestäubung besorgenden Insekten angelockt werden.

Ein immer wiederkehrendes Kennzeichen der physiologischen Arbeiten von KRAUS ist, daß er die Naturvorgänge vor allem quantitativ zu erforschen strebt. Daß er dadurch zu sehr wichtigen Resultaten und Fragestellungen gekommen ist, geht aus dem Gesagten bereits hervor. Es trifft auch für die Untersuchungen über den Gerbstoff (91, 102) zu, über dessen Verhalten in der Pflanze nur exakte quantitative Methoden genaueren Aufschluß geben konnten. KRAUS faßt den Gerbstoff als einen Schutzstoff, namentlich gegen Fäulnis, auf und widerlegt die HARTIG-WIGANDsche Annahme der Reservestoffnatur desselben. Obwohl am Licht in den Blättern erzeugt, darf der Gerbstoff doch nicht als direktes Produkt der Kohlensäureassimilation angesprochen werden. Ähnlich den Kohlehydraten wandert er aus den Blättern aus und wird in Rinde, Mark und Holzkörper abgelagert, doch wird er nicht wieder in den Stoffwechsel gerissen. Der Gerbstoff ist also ein Endprodukt des Stoffwechsels, das weder beim Austreiben der Rhizome noch beim Keimen der Samen oder Reifen der Früchte von der Pflanze zum Aufbau organischer Substanz verwendet wird.

Wir müssen es uns versagen, auf die übrigen pflanzenphysiologischen Untersuchungen von KRAUS einzugehen. Sie betreffen namentlich das Wachstum und seine Abhängigkeit von gewissen *Außenbedingungen* [*Über die Ursachen der Formänderungen etiolierender* Pflanzen 1869 (14); Über Alter und Wachstumsverhältnisse ostgrönländischer Holzgewächse 1873 (37); Über das tägliche Wachstum der Früchte 1883 (87); Das Längenwachstum der Bambusrohre 1895 (110); Einiges über das Dickenwachstum der Palmenstämme in den Tropen 1899 und 1911 (114, 134)], ferner die winterliche *Färbung grüner Pflanzenteile* 1874 (38), *die Lebensdauer immergrüner* Blätter 1880 (63) u. a.

Unter den historisch-botanischen Arbeiten von GREGOR KRAUS ist an allererster Stelle zu nennen die Geschichte des botanischen Gartens zu Halle [1. Heft 1888 (101), 2. Heft 1894 (107)]. Wenn das viel mißbrauchte Wort „klassisch" für eine Arbeit überhaupt *angewendet werden darf, so ist es hier sicher am Platze;* und zwar in einem doppelten Sinn. Nicht nur, daß es in der ganzen botanischen Literatur kein ähnliches Werk gibt, das diesem an die Seite gestellt werden könnte, die Art der Verarbeitung des enormen urkundlichen Materials beweist zugleich den feinen historischen Spürsinn des Verfassers, nicht weniger aber seine gründliche klassische Bildung. Den Inhalt des Buches mit wenigen Worten zu kennzeichnen ist nicht möglich. Wer ihn kennen lernen will, muß es lesen; er wird es nicht aus der Hand legen, ohne an der reizvollen, anziehend geschriebenen Darstellung reine Freude gehabt zu haben. Freude wird auch jeder Botaniker empfinden, wenn er aus KRAUS' Schilderung ersieht, daß die über alle Maßen traurigen Zustände, in denen sich die botanischen Gärten und die botanische Wissenschaft noch vor wenig mehr als 100 Jahren befanden, nun endgültig vorüber sind. Der Titel des Werkes ist eigentlich zu eng gefaßt, denn es beschränkt sich keineswegs ausschließlich auf den Hallischen botanischen Garten. Was z. B. über die Geschichte des botanischen Unterrichts, über den allmählichen Sieg der einst so verspotteten „botanophili" über die trockene, an Äußerlichkeiten haftende Floristik, über die Einführung mikroskopischer Demonstrationen durch CHRISTIAN WOLFF usw. mitgeteilt wird, ist von allgemeinstem Interesse. Ganz besonders trifft das auch zu für den letzten Teil des 2. Bandes, die Geschichte der Bevölkerung der botanischen Gärten (vgl. auch 104). Für diese auf ein mühsames Studium namentlich der alten Pflanzenverzeichnisse der botanischen Gärten gegründete Untersuchung lagen keinerlei Vorarbeiten vor. Sie wird für alle Zeit die Grundlage für eine spezielle Geschichte

der Pflanzeneinführungen in Europa bilden, die noch ihres Bearbeiters harrt. Wir erfahren durch KRAUS, wie zuerst, gegen die Mitte und das Ende des 16. Jahrhunderts, orientalische Pflanzen in den Gärten Europas Eingang fanden, wie die kanadisch-virginischen Stauden zu Anfang des 17. Jahrhunderts von Paris aus, etwas später die Kappflanzen, namentlich von den berühmten Gärten in Leyden und Amsterdam aus ihre Wanderung durch Europa antraten. Mit der Einführung tropischer, nicht winterharter Gewächse erwuchs die Notwendigkeit, diese zu überwintern, und so entstanden die Gewächshäuser (Kalthäuser), deren erstes deutsches in Altdorf 1656 erbaut wurde. Es folgt die Einführung der nordamerikanischen Gehölze, die um die Mitte des 18. Jahrhunderts ihren Höhepunkt erreicht, und die der zahlreichen neuholländischen Pflanzen, die als erster BANKS 1771 nach England brachte. Die Kultur von Tropenpflanzen, deren Überwinterung nur in Warmhäusern möglich ist, gehört erst der neuesten Zeit an.

Die übrigen geschichtlichen Studien von KRAUS sind geringeren Umfangs. In der Rektoratsrede [12. Juli 1891 (106)] behandelt er die botanische Tätigkeit des Hallischen Philosophen CHRISTIAN WOLFF, dessen Verdienste um den botanischen Unterricht er bereits im 1. Heft der Geschichte des Botanischen Gartens gedacht hatte. Von den unter dem Gesamttitel „Aus der Pflanzenwelt Unterfrankens“ erschienenen elf Abhandlungen (1902–1910) sind zwei historischen Inhalts. Die erste, betitelt „JOHANN MICHAEL FEHR und die Grettstadter Wiesen“ (118), ist ein Beitrag zur Geschichte der Floristik dieses an interessanten Pflanzen überreichen Standorts und enthält den Abdruck der von KRAUS wiederentdeckten, fälschlicherweise als „Tempe Grettstadtiense“ bezeichneten Florula svinfurtensis von J. M. FEHR (1666). Die andere (132 Nr. 4) enthält geschichtliche Notizen über das Rosenherbar des ehemaligen Würzburger Professors AMBROSIUS RAU. Mit der Würzburger Rosenflora und ihrer Geschichte hat sich KRAUS bis in die letzten Tage seines Lebens beschäftigt. Er plante eine größere fünfteilige Abhandlung mit den Untertiteln: Geschichte der Würzburger Rosenflora — Revision der noch in Würzburg vorhandenen RAUschen Originale — Einige Bemerkungen zu *Rosa aciphylla* und Verwandte — Die von mir bis jetzt festgestellten Rosenformen und ihre Standorte — Wilde Rosen in Kultur. Leider liegt nur ein geringer Teil davon abgeschlossen vor.

Die letzte historische Publikation von KRAUS, zugleich die letzte Arbeit, die er zu Lebzeiten veröffentlicht hat, ist die kleine, fesselnd geschriebene Skizze „Hundert Jahre Würzburger Botanik“,

die anläßlich der Feier der hundertjährigen Zugehörigkeit Würzburgs zu Bayern 1914 erschien (137).

Wir wenden uns zum Schlusse den pflanzengeographischen Forschungen von KRAUS zu. Bei aller Sachlichkeit und wissenschaftlichen Strenge, die diese Schriften — wie alles, was KRAUS veröffentlicht hat — auszeichnet, lassen sie doch erkennen, daß ihr Verfasser sie mit besonderer Liebe geschrieben hat. Liebe zu den Pflanzen und Freude an den landschaftlichen Schönheiten der Natur sprechen hier überall zwischen den Zeilen. Man lese nur die kleine Schilderung der Fels- und Geröllehne des Wellenkalkgebiets (132), um das bestätigt zu finden. Die Gewöhnung an die exakte Arbeitsweise des Physiologen hatte KRAUS die naive Entdeckerfreude nicht zu rauben vermocht, die der Florist empfindet, wenn er einer seltenen Pflanze zum ersten Male habhaft wird. KRAUS hat zwei solcher glücklichen Funde gemacht: von *Vicia Orobus*, die bisher in Deutschland nur von einer einzigen Stelle, vom Wintersberg bei Orb[1]), bekannt war, hat er einen neuen Standort entdeckt (115, 117), ebenso von der in Süddeutschland bisher unbekannten *Lactuca quercina* (119, 132). Beide Pflanzen haben ein besonderes Interesse. Die erstere wegen ihrer eigentümlichen, von KRAUS entdeckten Heterotrichie; der Fundort der *Lactuca* gibt uns einen wichtigen Anhaltspunkt über den Wanderungsweg dieser namentlich im Elbgebiet vorkommenden pontischen Pflanze.

Bei der Anhänglichkeit, die KRAUS seinem fast Jahr für Jahr von ihm aufgesuchten Heimatorte bis ins hohe Alter bewahrt hat, bedarf es keiner besonderen Motivierung, daß er eine Flora des Orbtales geschrieben hat [1910 (193)]. Die Vorarbeiten dazu reichen bis in seine Schülerjahre zurück.

Die zweifellos bedeutendste Leistung seiner Würzburger Forschertätigkeit sind aber die Studien über Boden und Klima auf dem Wellenkalk und ihre Bedeutung für die Gestaltung der Flora. Mehrere Vorarbeiten von ihm selbst und von seinen Schülern (vgl 119, 121, 122, 128, 130, 132 und die Würzburger Dissertationen Nr. 8, 9, 10, 11, 12, 13) legten den Grund zu dem originellen und für die Standortlehre grundlegenden Werke „Boden und Klima auf kleinstem Raum. Versuch einer exakten Behandlung des Standorts auf dem Wellenkalk“ [1911 (135)]. Was wußte man bisher von den Faktoren, die es bedingen, daß die

1) Der Fundort in Nordschleswig gehört zum skandinavischen Verbreitungsgebiet der Pflanze.

Kalkflora ein so charakteristisches Gepräge hat? Es war herzlich wenig. Der Widerstreit der Theorieen, die die chemische Beschaffenheit des Bodens in erster Linie verantwortlich machen, und derer, die die physikalischen Bedingungen vor allem zur Erklärung heranziehen, war noch nicht zum Austrag gebracht. Viele Pflanzengeographen neigten wohl der letzteren Meinung zu, sie erschöpfen sich aber größtenteils in Abwägungen und Betrachtungen, eine exakte Einzeluntersuchung hatte bisher niemand vorgenommen. An diesem Punkte setzte KRAUS ein. Er zeigte zunächst, daß der Karbonatgehalt des Bodens nicht das Maßgebende sein kann. Aus seinen überaus zahlreichen Analysen ergab sich, daß keine der sogenannten Kalkpflanzen auf einen Boden von bestimmtem Karbonatgehalt angewiesen ist. Wenn auch ganz im allgemeinen gewisse Pflanzen auf einem hochprozentigen, andere vorzugsweise auf einem niedrigprozentigen Boden vorkommen, so gibt es doch ganz zweifellos typische Vertreter der sog. Kalkflora, die unter Umständen auf völlig kalkfreiem Boden üppig gedeihen (z. B. *Pulsatilla vulgaris*, *Hippocrepis comosa*, *Anemone silvestris*). Weist schon diese letztere Tatsache darauf hin, daß der Kalkgehalt nicht das Ausschlaggebende ist, so enthält auch der erstere Umstand (die Bevorzugung hoher Kalkprozente durch einige, die geringer durch andere Pflanzen) nicht den Beweis, daß diese des Kalkes wegen so verteilt sind. Denn parallel mit hohem und niederem Karbonatgehalt ist gewöhnlich auch die physikalische Beschaffenheit des Bodens (Bodenstruktur) eine andere, die an sich natürlich mit der chemischen Natur nichts zu tun zu haben braucht. Das führte KRAUS dazu, diese Bodenstruktur einer näheren Untersuchung zu unterziehen. Er bestimmte den Gehalt an Feinerde und an „Skelett“ (Körnung) an den verschiedensten Stellen seines Arbeitsgebiets, des weiteren den Wassergehalt bei verschiedener Witterung, die Wasseraufnahmefähigkeit, die Temperatur in verschiedenen Bodentiefen, in der Luft direkt über und in größeren Höhen über dem Boden, die Luftfeuchtigkeit und die Windverhältnisse. Da ergab sich zunächst, daß Wellenkalk und Wellenkalk als Boden durchaus nicht das gleiche ist; auf kleinstem Raum zeigten sich die größten Verschiedenheiten, jedes Bodenfleckchen fast hat sein besonderes Klima. Und weiter: die einzelnen Faktoren stehen in enger Beziehung zueinander. Böden mit hohem Skelettgehalt sind trockener — daher hier der ganz besonders ausgesprochene Xerophytismus —, sie erwärmen sich schneller und höher als solche, die reich an Feinerde sind, und damit wieder hängt es zusammen, daß in den unteren, solchen stark erwärmten Böden direkt auf-

lagernden Luftschichten die Temperatur tagsüber viel höher zu zu sein pflegt, als die „allgemeine“, etwa in 2–3 m über dem Boden gemessene Lufttemperatur. Nichts zeigt deutlicher die Verkehrtheit der bisher in der ökologischen Pflanzengeographie gepflogenen Praxis, allein diese „allgemeine“ Lufttemperatur in Betracht zu ziehen, als der Umstand, daß die Bodentemperatur *in 2 cm Tiefe schon im April die „allgemeine“ Lufttemperatur um* 15° übertreffen kann, und daß Unterschiede von 10° zwischen der Temperatur der unteren Luftschichten und der „allgemeinen“ Lufttemperatur nichts Seltenes sind. Ist doch gerade für die Wellenkalkpflanzen Zwergwuchs und Polsterbildung eine typische Erscheinung.

So ist es in letzter Linie die morphologische Beschaffenheit des Kalkbodens, welche darüber entscheidet, ob die Bewohner sich als extreme Xerophyten ausbilden oder mehr dem mesophytischen Typus zuneigen. „Es gibt gewiß so viele Bodenstrukturen, als da Pflanzenformen wohnen“ (130 S. 24). Ein sehr instruktives Beispiel zeigt den ausschlaggebenden Einfluß des Skelettgehalts. Es ist die Verbreitung der *Pulsatilla*. Sie bevorzugt auf dem Wellenkalk die Fels- und Schotterlehne, wo der Kalkgehalt ein sehr hoher ist, kommt aber auch auf dem kalkfreien Buntsandstein der Leite vor. *Obgleich also chemisch extrem verschieden, gleichen sich diese Böden* nach Skelett, Wassergehalt, Temperatur (des Bodens selbst und der umgebenden Luft) völlig. Nur zwei Schritte davon entfernt, im Waldboden, kommt keine *Pulsatilla* vor; hier ist auch die Struktur eine völlig andere.

Eine besondere Bedeutung für die Flora des Wellenkalks beansprucht schließlich der Wind. Daß der Wind die Gestaltung der Pflanzen beeinflußt, ist lange bekannt. KRAUS hat aber auch hier zum ersten Male das Ergebnis umfassender quantitativer Untersuchungen auf die Form und Verteilung der Pflanzen angewandt. Was die Tatsache, daß der Wind unmittelbar am Boden am schwächsten ist und mit jedem Zentimeter Erhebung an Stärke zunimmt, bedeutet, wenn man sie mit dem verbreiteten Nanismus *der Wellenkalkpflanzen zusammenhält, mag hier nur angedeutet* sein. Von nicht geringerer Wichtigkeit ist die Konstatierung, daß jede auch noch so kleine Bodenerhebung auf die Windverhältnisse entscheidenden Einfluß hat, und daß vom Plateaurande gegen innen hin die Windstärke regelmäßig abnimmt. Ist doch gerade am Rande der Wellenkalkberge die Xerophilie ihrer Bewohner am stärksten.

Es wird noch jahrzehntelanger Arbeit bedürfen, bis wir die Wirkung der Standortsfaktoren auf die verschiedenartigen Lebens-

orgänge in allen Einzelheiten werden beurteilen können. Hierfür ie Wege gewiesen zu haben, ist aber das bleibende Verdienst von GREGOR KRAUS.

Die Schriften von GREGOR KRAUS zeichnen sich durch Prägnanz der Fragestellung ebenso aus wie durch Kürze und Knappheit des Ausdrucks. Jeder Weitschweifigkeit war er abhold. Er iebte es nicht, zu theoretisieren und weitgehende Hypothesen aufzustellen, sondern begnügte sich mit der Mitteilung dessen, was er exakt beweisen und zahlenmäßig darstellen konnte. Darin liegt der unvergängliche Wert seines wissenschaftlichen Lebenswerks. Der Inhalt seiner Leistungen ist aber mit dem, was er selbst geschrieben hat, nicht erschöpft. Die Anregungen, die er in seiner Zeit der wissenschaftlichen Forschung gegeben hat, werden auch nach seiner Zeit fruchtbringend weiterwirken.

Anhang.

I. Schriften von GREGOR KRAUS.

1. Mikroskopische Untersuchungen über den Bau lebender und fossiler Nadelhölzer. Würzburger Naturwissenschaftl. Zeitschr., Bd. 5, 144—200. 1864.
2. Über einige bayrische Tertiärhölzer. Ebenda, Bd. 6, 45—48. 1866.
3. Über den Bau der Cycadeenfiedern. PRINGSHEIMS Jahrbücher für wiss. Botanik, Bd. IV, 305—348. 1865.
4. Über den Bau trockener Pericarpien. Inauguraldissertation (philosophische Fakultät Würzburg). PRINGSHEIMS Jahrbücher f. wiss. Botanik, Bd. 5, 83—126. 1866.
5. *Einige Bemerkungen über die verkieselten Stämme des fränkischen Keupers.* Würzb. Naturw. Zeitschr., Bd. 6, 64—69. 1866.
6. Zur Kenntnis der Araucarien des Rothliegenden und der Steinkohlenformation. Ebenda, Bd. 6, 70—73. 1866.
7. Die Gewebespannung des Stammes und ihre Folgen. Habilitationsschrift (Würzburg), Botanische Zeitung 1867. 40 S.
8. Über einige nähere Bedingungen der Stärkebildung der Pflanzen. Verh. d. phys.-med. Ges. Würzburg, 23. Nov. 1867. 1 S.
9. Mit A. MILLARDET: Sur le pigment des Phycochromacées et des Diatomées. Bull de la Société des Sciences naturelles de Strasbourg. 1. Jahrg., S. 22—25. 1868.
10. Mit A. MILLARDET: Etudes sur la matière colorante des Phycochromacées et des Diatomées. Mém. de la Soc. des scienc. nat. de Strasbourg, Vol. VI, 1868, 12 S. 4°.
11. Über Stärkebildung der Pflanzen bei niederen Temperaturen. Sitzgsber. d. phys.-med. Ges. Würzburg, 6. Juni 1868.
12. Über Etiolement. Ebenda, 18. Juli 1868.
13. Einige Beobachtungen über den Einfluß des Lichts und der Wärme auf die Stärkeerzeugung im Chlorophyll. PRINGSHEIMS Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 7, 511—531. 1869.

14. Über die Ursachen der Formänderungen etiolierender Pflanzen. Programm zum Eintritt in den Senat der Universität Erlangen. PRINGHEIMS Jahrb. f wiss. Bot. Bd. 7, 209 - 260. 1869.
15. Die Entstehung der Farbstoffkörper in den Beeren von *Solanum Pseudocapsicum*. Ebenda, Bd. 8, 131—147. 1872. (Manuskr. abgeschlossen 2. Jan. 1869.)
16. Die Pflanze und das Wasser. Vortrag geh. zu Erlangen am 2. März 1870.
17. Über eigentümliche Sphaerokrystalle in der Epidermis von *Cocculus laurifolius*. Sitzungsber. d. physikal.-med. Societät Erlangen 14. Nov. 1870. 1 S.
18. Über eigentümliche Sphaerokrystalle in d. Epid. v. *Cocculus laurifol.* PRINGSHEIMS Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 8. S. 421—428. 1870.
19. Vortrag über Geotropismus (ohne Titel und Erscheinungsort), gehalten in Erlangen 1870. 19 S.
20. *Über den Aufbau wickeliger Verzweigungen, besonders der Inflorescenzen.* Sitzungsber. d. physikal.-med. Societät Erlangen 5. Dezember 1870. 4 S.
21. Über Microspectralapparate und ihre Anwendung. Ebenda 13. März 1871. 2 S.
22. Über die Bestandteile des Chlorophyllfarbstoffs und ihre Verwandten. Ebenda 7. Juni 1871. 7 S.
23. Weitere Mitteilungen über den Chlorophyllfarbstoff. Ebenda 10. Juli 1871. 3 S.
24. Einige Beobachtungen über die winterliche Färbung immergrüner Gewächse. Ebenda 19. Dez. 1871. 4 S.
25. Über das nächtliche Verhalten der Rindenspannung unserer Bäume. Botan. Zeitung 1871, S. 368—71.
26. Zur Kenntnis der Chlorophyllfarbstoffe und ihrer Verwandten. Spektralanalytische Untersuchungen. Stuttgart, SCHWEIZERBART 1872, 131 S.
27. *Über die Abstammung der auf der II. deutschen Nordpolexpedition gesammelten Treibhölzer. Sitzungsber. d. physikal.-med. Societät Erlangen* 12. Febr. 1872. 3 S.
28. Treibhölzer. Zweite deutsche Nordpolfahrt, Bd. 2, 97—132. 1872.
29. Über Alter und Wachstumsweise ostgrönländischer Holzgewächse. Ebenda Bd. 2, 133—137. 1872.
30. *Weitere Mitteilungen über die winterliche Färbung immergrüner Gewächse.* Sitzgsber. d. physik.-med. Societät Erlangen 11. März 1872. 3½ S.
31. Bois fossiles de Conifères in SCHIMPER, Paléontologie végétale Bd. 1. 1872. 23 S.
32. Untersuchungen von Treibhölzern aus Nowaja Semlja. Sitzgsber. d. Naturforsch. Gesellsch. Halle. 9. Nov. 1872. 2 S.
33. Zur Geschichte der einblättrigen Erdbeere. Ebenda 1 S.
34. Über das Vorkommen von Stärkemehl in den Siebröhren der Pflanzen (nach Untersuchungen von BRIOSI). Ebenda 11. Januar 1873. 1 S.
35. Über das Vorkommen fetten Öles in den Siebröhren von *Strelitzia* (nach Untersuchungen von BRIOSI). Ebenda 8. Febr. 1873. 1 S.
36. Einige Bemerkungen über die Erscheinung der Sommerdürre unserer Baum- und Strauchblätter. Botan. Zeitg. 1873, 401—405. 417—420.
37. Über Alter und Wachstumsverhältnisse ostgrönländischer Holzgewächse. Botan. Zeitg. 1873, 513 - 518.
38. Über winterliche Färbung grüner Pflanzenteile. Sitzgsber. d. Naturforsch. Ges. Halle, 21 Febr 1874, 2 S. (auch Botan. Zeitg. 1874, S. 406).
39. Beobachtungen über das Vorkommen von Inulin. Ebenda 27. Febr. 1875 (auch Botan. Zeitg. 1875, S. 171).

40. Über die Treibhölzer der HALLschen Nordpolarexpedition. Ebenda 18. Dez. 1875. 2 S.
41. Versuche mit Pflanzen im farbigen Licht. Ebenda 20. Mai 1876. 9 S (auch in Botan. Zeitg. 1876, S. 503–508).
42. Über das Verhalten des Zuckersaftes der Zellen gegen Alkohol und Glycerin und die Verbreitung des Zuckers. Ebenda 4 S. (auch Botan. Zeitg. 1876. S. 604–608 u. 623–624).
43. Über Inulin. Sitzgsber. d. Naturf. Ges. Halle 13. Jan. 1877. 4 Zeilen.
44. Über das mehrjährige Wachstum der Coniferennadeln. Ebenda. 7 Zeilen.
45. Über das Verhalten der Gefäßkryptogamen im Dunkeln. Ebenda. 3 Zeilen.
46. Über eine Anzahl von Sylt stammender Hölzer. Ebenda 24. Febr. 1877. 6 Zeilen.
47. Über Amylodextrin. Ebenda. 5 Zeilen.
48. Über die Verteilung und Bedeutung des Wassers bei Wachstums- und Spannungsvorgängen in der Pflanze. Ebenda 10. März 1877. 1¼ S. (auch Botan. Zeitg. 1877 S. 595).
49. Das *Inulinvorkommen außerhalb der Compositen.* Botan. Zeitung 1877 S. 329–337.
50. Über den Gefäßbündelverlauf im Stamme der Gesneraceen. Sitzungsber. d. Naturf. Ges. Halle. 11. Jan. 1879. 2 S.
51. Über Inulin bei den Violaceen. Ebenda 25. Jan. 1879. 4 S.
52. Über ein fossiles Laubholz aus Gleichenberg in Steiermark. Ebenda 3 S.
53. Über einige falsche Ipecacuanha-Sorten. Ebenda 8. Febr. 1879. 4 S.
54. Über Imbibition organisierter Körper bei verschiedener Temperatur. Ebenda 22. Febr. 1879. 3 S.
55. Über die täglichen Veränderungen der *Dickendimensionen unserer Baumstämme.* Ebenda 17. Mai 1879. 1 S.
56. Weitere Mitteilungen über Wasserverteilung in den Pflanzen. Ebenda 26. Juli 1879. 1 S.
57. Über die Wasserverteilung in der Pflanze I. Halle, MAX NIEMEYER 1879. 71 S. (aus Festschr. d. Naturf. Ges. Halle z. Feier des 100jähr. Bestehens S. 187—257).
58. Über die NÄGELIsche Micellar-Theorie. Festrede, geh. bei der Säkularfeier d. Naturf. Ges. Halle am 20. Juli 1879. Halle 1879. 6 S.
59. Über phanerogamische Parasiten, speziell über *Phelipaea ramosa* C. A. MEY und ihre Nährpflanzen Sitzgsber. d. Naturf. Ges. Halle 31. Jan. 1880. 2 S.
60. Über eine Erkrankung *von Zuckerrohrstecklingen* durch Gallenbildung. Ebenda 14. Febr. 1880 3 S.
61. Über die Acidität des Zellsaftes der Blätter bei Tag und Nacht. Ebenda 13. März 1880. 2 S.
62. Die immergrüne Vegetation Italiens im Winter 1879/80 Ebenda 24. April 1880. 15 S.
63. Die Lebensdauer der immergrünen Blätter. Ebenda 8. Mai 1880. 15 S.
64. Über den Zuckergehalt und die Acidität des Zellsaftes bei den Krümmungen der Stengel. Ebenda 4 S.
65. Demonstration eines blühenden *Rheum officinale* Baillon. Ebenda 12. Juni 1880. 1 S.
66. Über die rhythmischen Dimensionsänderungen der Pflanzenorgane. Ebenda 31. Juli 1880. 3 S.

67. Über den Einfluß äußerer Kräfte auf die Dimensionsänderungen des Stammdurchmessers. Ebenda 4 S.
68. Über die sog. Nachwirkung bei heliotropischen und geotropischen Erscheinungen. Ebenda 1 S.
69. Über die Wasserverteilung in der Pflanze II. (Der Zellsaft und seine Inhalte. Halle, MAX NIEMEYER 1880, 72 S. (aus Abh. d. Naturf. Ges. zu Halle, Bd. 15).
70. Über fossile Hölzer aus den Sicilianischen Schwefelgruben. Sitzgsber. d. Naturf. Ges. Halle 5. Febr. 1881. 4 S.
71. Über die Verdünnung geschüttelter Sprosse. Ebenda 18. Juni 1881. 12 S.
72. Über ein neues Vorkommen von Sphärokrystallen. Ebenda 16. Juli 1881. 2 S.
73. Über Langlebigkeit des Chlorophyllfarbstoffs. Ebenda 2 S.
74. Über die Wasserverteilung in der Pflanze III. (Die tägliche Schwellungsperiode der Pflanzen), Halle, MAX NIEMEYER 1881. 91 S (Abh. d. Naturf. Ges. Halle, Bd. 15).
75. Beiträge zur Kenntnis fossiler Hölzer (I. Hölzer aus den Schwefelgruben Siciliens. II. Zur Diagnostik des Coniferenholzes). Halle, M. NIEMEYER 1882, 33 S. (aus Abh. d. Naturf. Ges. Halle, Bd. 16).
76. Über ein tertiäres Laubholz aus den sicilianischen Schwefelgruben. Sitzgsber. d. Naturf. Ges. Halle 18. Febr. 1882. 2 S.
77. Über das Holz des mexikanischen Chijol. Ebenda 1½ S.
78. Über eine neue *Protopitys* aus der Lettenkohle. Ebenda 1 S.
79. Über das Sandelholz von Juan Fernandez. Ebenda 2 S.
80. Über die *Pitys primaeva* Göpp. im „Arboretum fossile". Ebenda 2 S.
81. Über den diagnostischen Wert der Anzahl und Höhe der Markstrahlen bei den Coniferen (nach Untersuchungen von EXNER). Ebenda 13. Mai 1882. 4 S.
82. Über den täglichen Stoffwechsel im Zellsaft. Ebenda 5. August 1882. 10 S.
83. Über die allgemeine Acidität des Zellsafts. Ebenda 4 S.
84. Über das *Araucarioxylon*. Ebenda 25. Nov. 1882. 3 S.
85. Über fossile Taxineenhölzer. Ebenda 1 S.
86. Über die Blütenwärme von *Arum italicum*. 1. Abhandlung. Halle, M. NIEMEYER 1882, 42 S. (aus Abh. d. Naturf. Ges. Halle, Bd. 16, S. 35–76).
87. Über das tägliche Wachstum der Früchte. Sitzgsber. d. Naturf. Ges. Halle 1. Dez. 1883. 30 S.
88. Über den Siebröhreninhalt von *Cucurbita*. Sitzgsber. d. Naturf. Ges. Halle 23. Febr. 1884. 6 S.
89. Über den Stoffwechsel in der sich erwärmenden *Arum*-Keule. Ebenda 6 S
90. Über Entstehungsweise des Gummi arabicum. Ebenda 2 S.
91. Über die Rolle der Gerbstoffe im Stoffwechsel der Pflanze. Ebenda 5. Nov. 1884. 11 S.
92. Über die Wasserverteilung in der Pflanze IV. (Die Acidität des Zellsaftes Halle, M. NIEMEYER 1884, 65 S. (aus Abh. d. Naturf. Ges. Halle, Bd. 16).
93. Über die Blütenwärme bei *Arum italicum*. 2. Abhandlg. Halle, M. NIEMEYER 1884, 102 S. (aus Abh. d. Naturf. Ges. Halle, Bd. 16).
94. Botanische Mitteilungen: I. Mehrjähriges Wachstum von Kiefernnadeln. II. Die sog. lösliche Stärke in der Epidermis. III. Zur Chemie des Siebröhrensaftes und alkalischer Pflanzensäfte überhaupt. IV. Zucker und Säure in den Gelenken der Bohnenblätter. Abh. d. Naturf. Ges. Halle, Bd. 16. 1885. 31 S

95. Über den Stoffwechsel der Crassulaceen. Sitzgsber. d. Naturf. Ges. Halle 9. Juli 1885. 7 S.
96 Über den Stoffwechsel der Crassulaceen. Halle M. NIEMEYER 1886, 86 S. (aus Abh. d. Naturf. Ges. Halle, Bd. 16).
97. Beiträge zur Kenntnis fossiler Hölzer (III. Die GÖPPERTsche *Protopitys Bucheana*, IV. Kritik fossiler Taxaceenhölzer). Halle, M. NIEMEYR 1887, 8 S. (aus Verh. d. Naturf. Ges. Halle Bd. 17).
98. Zur Diagnostik des Coniferenholzes (nach Untersuchungen von WILLE). Sitzgsber. d. Naturf. Ges. Halle 14. Jan. 1887. 39 S.
99. *Zur Kenntnis der täglichen Assimilation der Kohlehydrate (nach Untersuchungen von MENZE). Ebenda 4. März 1887. 39 S.*
100. *Über den systematischen Wert der Raphiden in dikotylen Familien (nach Untersuchungen von EISELEN). Ebenda 24 S.*
101. Der Botanische Garten der Universität Halle. Erstes Heft. Leipzig, ENGELMANN 1888. 79 S.
102. Grundlinien zu einer Physiologie des Gerbstoffs. Leipzig, ENGELMANN 1889. 131 S.
103. Über das Kalkoxalat der Baumrinden 1891. Erscheinungsort?
104. Über die Bevölkerung Europas mit fremden Pflanzen. Vortrag geh. am 23. Sept. 1891 in der 2. allg. Sitzung der Ges. deutsch. Naturf. u. Ärzte zu Halle, 16 S. (auch abgedruckt in „Gartenflora", Jahrg. 1893).
106. CHRISTIAN WOLFF als Botaniker. Rede geh. zur Übernahme des Rektorats der Universität Halle am 12. Juli 1891. Halle, M. NIEMEYER 1892, 17 S.
107. Der Botanische Garten der Universität Halle. Zweites Heft: KURT SPRENGEL (enthält Geschichte der Bevölkerung der botanischen Gärten). Leipzig, ENGELMANN 1894. 155 S.
108. Warum der Botaniker in die Tropen muß. Festschr. zur 200jähr. Jubelfeier d. Universität Halle 1894. 11 S.
109. Wasserhaltige Kelche bei *Parmentiera cereifera* Seem. Flora Bd. 81. S. 435—437. 1895.
110 Physiologisches aus den Tropen. I. Das Längenwachstum der Bambusrohre. II. Die Schwellungsperiode an tropischen Bäumen. Ann. du jardin botanique de Buitenzorg. Bd. 12, S. 196—216. 1895.
111. Physiologisches aus den Tropen. III. Über Blütenwärme bei Cycadeen, Palmen und Araceen. Ebenda Bd. 13, S. 217—275. 1896.
112. Über das Verhalten des Kalkoxalats beim Wachsen der Organe. Flora Bd. 83, S. 54—73. 1897.
113. Das Buitenzorger botanische Institut. Die Natur, herausgeg. v. O. TASCHENBERG, Halle. 46. Jahrg. S. 472—475 und 484—486. 1897.
114. Einiges über Dickenwachstum der Palmenstämme in den Tropen. Sitzgsber. d. physikal.-med. Ges. Würzburg 2. März 1899. 6 S.
115. Eine Zurückeroberung aus dem Jahre 1866. Ebenda 8. Juni 1899. 1 S.
116. Nord und Süd im Jahrring. Festschr. d. physikal.-med. Ges. Würzburg 1899. S. 131—136.
117. *Rede zur Feier des 50jährigen Bestehens der Physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg, gehalten am 8. Dez. 1899.* Verhandlungen d. physikal.-med. Ges. Würzburg N. F. Bd. 33, S. 89—104. 1900.
118. JOHANN MICHAEL FEHR und die Grettstadter Wiesen. („Aus der Pflanzenwelt Unterfrankens" I.) Verh. d. physik.-med. Ges. Würzburg N. F. Bd. 34, 40 S. 1902.

119. Botanische Mitteilungen (Über spezifische Merkmale im Wurzelbau der *Kalkpflanzen; Entdeckung der Lactuca quercina bei Karlstadt).* Sitzgsber. d. physikal.-med. Ges. Würzburg 5. Febr. 1903. 1 S.
120. BEN AKIBA hat Unrecht. Ebenda 1903. 5 S.
121. Anemometrisches vom Krainberg bei Gambach. Ebenda 3. Mai 1904. 3 S.
122. Dasselbe (ausführliche Abhandlung, Nr. IV der Serie „Aus der Pflanzenwelt Unterfrankens"). Verh. d. physikal-med. Ges. N. F. Bd. S. 119—158. 1904.
123. Schlußworte zu FEHRs „Tempe". Ebenda S. 159—164.
124. Wissenschaftliche Bemerkungen zu Amerikaner-Pflanzungen in Franken. Ebenda 1905. 4 S.
125. Heterotrichie bei *Vicia Orobus* DC. Ebenda 1905. 2 S.
126. Über den Nanismus unserer Wellenkalkpflanzen. („Aus der Pflanzenwelt Unterfrankens" VI.) Verhandl. d. physikal.-med. Ges. Würzburg N. F. Bd. 38, S. 193—224. 1906.
127. *Vicia Orobus* und ihre Heterotrichie. („Aus der Pflanzenwelt Unterfrankens" VII). Ebenda S. 225—238. 1906.
128. Die *Sesleria*-Halde. („Aus der Pflanzenwelt Unterfrankens" VIII.) Ebenda S. 241—262. 1906.
129. Gynaeceum oder Gynoeceum? und anderes Sprachliche. Ebenda Bd. 39, S. 9—14. 1907.
130. Erfahrungen über Boden und Klima auf dem Wellenkalk. Auszügliche Mitteilung. („Aus der Pflanzenwelt Unterfrankens" X.) Verhandl. d. physikal.-med. Ges. Würzburg N. F. Bd. 40, S. 19—34. 1908.
131. Botanische Notizen: 1. Menge und Schnelligkeit des herbstlichen Blattfalles bei großen Bäumen. 2. Über das Verhalten von Inulinpflanzen in den Tropen. 3. Die Anzahl der Blüten bei *Oreodoxa regia.* Zeitschr. f. Botanik, Bd. 1, S. 526—534. 1909.
132. 1. Die Fels- und Geröllehne. 2. Wellenkalkwälder. 3. *Lactuca quercina* L. (*L. stricta* Waldst. et Kit.). 4. AMBROSIUS RAU und sein Rosenherbar. („Aus der Pflanzenwelt Unterfrankens" XI.) Verhandl. d. physikal.-med. Ges. N. F. Bd. 40, S. 131—155. 1910.
133. Die Pflanzen des Orbtals und seiner Umgebung. Berichte der Wetterauischen Gesellschaft f. d. ges. Naturkunde, Hanau. Druck der Waisenhaus-Buchdruckerei Hanau. 1910. 52 S.
134. Über Dickenwachstum der Palmenstämme in den Tropen. Annales du jard. bot. de Buitenzorg. 2. Serie, Bd. 9, S. 33—44. 1911.
135. Boden und Klima auf kleinstem Raum. Versuch einer exakten Behandlung des Standorts auf dem Wellenkalk. Jena, G. FISCHER 1911. 184 S.
136. Thallophyta — Thallophytae? Sitzgsber. d. physik.-med. Ges. Würzburg. 1912. 3 S.
137. Hundert Jahre Würzburger Botanik. Aus dem Festbuch „Hundert Jahre bayerisch". Würzburg 1914. S. 100—105.
138. Zellgröße und Organgröße. Sitzungsberichte der physikal.-med. Ges. Würzburg 1915. 5 S. (Opus posth.)

II. Die unter GREGOR KRAUS' Leitung entstandenen Inaugural-Dissertationen und wissenschaftlichen Arbeiten.

a) in Halle.

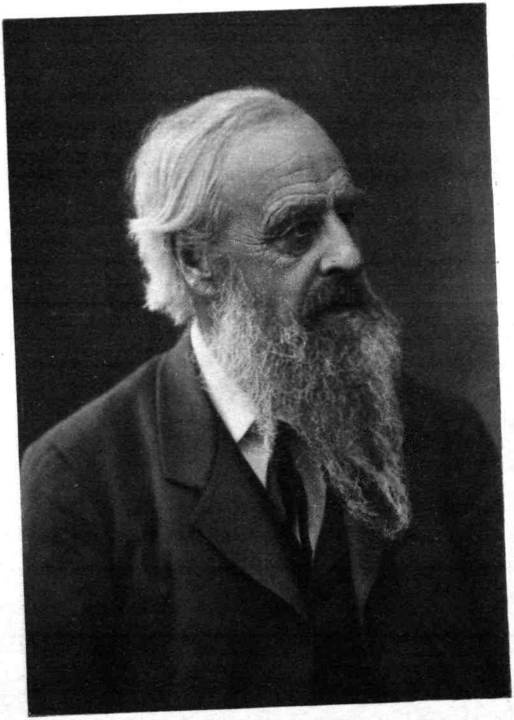
1. BRIOSI, GIOV. Über allgemeines Vorkommen von Stärke in den Siebröhren. Bot. Zeitg. 1873, Nr. 20 ff., 30 Spalten.

2. PETZOLD. Über Verteilg. des Gerbstoffs in d. Zweigen u. Blättern unserer Holzgewächse, 30 S. 1876.
3. DROYSEN, KARL. Beitr. z. Anatomie u. Entwicklungsgeschichte d. Zuckerrübe, 37 S. 1877.
4. HOLLSTEIN, ROB. Über d. Gefäßbündelverlauf im Stamme der Gesneraceen. 40 S. 1878.
5. KAISER, PAUL. Über d. tägl. Periodizität d. Dickendimensionen d. Baumstämme. 38 S. 1879.
6. TETZLAFF, GOTTHARD. Die Holzreste von Leubingen. Ein Beitr. z. Renntn. d. deutsch Laubhölzer. 44 S. 1881.
7. SCHULZE, EW. Über d. Größenverhältnisse der Holzzellen bei Laub- u. Nadelhölzern. 54 S. 1882.
8. MEYER, AD. Anatom. Charakteristik offizineller Blätter u. Kräuter. Abh. d. Naturforsch. Gesellsch. Halle. Bd. XV. 49. S. 1882.
9. EXNER, BENNO. Über den diagnost. Wert d. Anzahl u. Höhe d. Markstrahlen f. d. Coniferen. 19 S. 1882.
10. HIELSCHER, KARL. Über den jährl Bastzuwachs einiger Bäume, 19 S. 1882.
11. CASPARI, HERM. Beitr. z. Kenntn. d. Hautgewebes der Cacteen. 53 S. 1883.
12. GERBER, ALB. Über d. jährl. Korkproduktion im Oberflächenepiderm d. Bäume. 40 S. 1883.
13. DANNEMANN, FRIEDR. Beitr. z. Anatomie u. Entwicklungsgesch. d. *Mesembryanthema*. 35 S. 1883.
14. WILKE, KARL Über d. anatom. Beziehgen. d. Gerbstoffs zu den Sekretbehältern d. Pflanze. 32 S. 1883.
15. LAMPE, PAUL. Zur Kenntn. d. Baues u. d. Entw. saftiger Früchte. 34 S. 1884.
16. ROHRBACH, KARL Beitr. z. Frage d. Wasserleitungsfähigkeit d. Kernholzes. 21 S. 1884.
17. RULF, PAUL. Über d. Verhalten d. Gerbsäure bei der Keimung d. Pflanzen. 31 S. 1884.
18. TRAUTWEIN, JOH. Über Anatomie einjähr. Zweige u. Blütenstandsachsen. 40 S. 1885.
19. KÖPPERT, OTTO. Über Wachstum u. Vermehrg. d. Kristalle in d. Pflanzen. 21 S. 1885. (Auch Ztschr. f. Naturw. IV. Folge, Bd. 4.)
20. MANN, RICH. Über Quellungsfähigkeit einiger Baumrinden. 18 S. 1885. (Auch Abh. Naturf. Ges. Halle Bd. 16.)
21. KLÖPPEL, JOH. Über Sekretbehälter b. Büttneraceen. 40 S. 1885. (Auch Ztschr. f. Naturw. IV. Folge, Bd. 4.)
22. ZACHE, ED. Über Anzahl u. Größe d. Markstrahlen bei einigen Laubhölzern. 31 S. 1886.
23. LANGE, PAUL. Beitr. z. Kenntn. d. Acidität d. Zellsafts. 28 S. 1886.
24. WILLE, ALWIN. Zur Diagnostik d. Coniferenholzes. I. Die Größe d. Tüpfelhofes b. Abietineen. II. Über den sog. Markstrahlkoeffizienten. 38 S. 1887.
25. MENZE, OTTO. Zur Kenntn. d. tägl. Assimilation der Kohlehydrate. 40 S. 1887.
26. EISELEN, JOH. Über d. systemat. Wert d. Raphiden in Dikotylenfamilien. 25 S. 1887.
27. *MÜLLER, TRAUGOTT. Einfl. d.* Ringelschnitts auf das Dickenwachstum u. d. Wasserverteilung. 58 S. 1888.

28. SCHUPPAU, PAUL. Beitr. z. Kenntn. d. Holzkörpers d. Coniferen. 54 S. 1889.
29. BERGER, FRANZ. Beitr. z. Anatomie d. Coniferen. 33 S. 1889.
30. HEYDRICH, LOUIS. Beitr. z. vergl. Anatomie einiger Zwiebelgewächse. 32 S. 1890.
31. BROOKS, WILH. Über tägl. u. stündl. Assimilation einiger Kulturpflanzen. 56 S. 1892.
32. KLOTZ, HERM. Ein Beitr. z. vergl. Anatomie der Keimblätter. 67 S. 1892.
33. TSCHERMAK, ERICH. Über d. Bahnen von Farbstoff- und Salzlösungen in dikotylen Holzgewächsen. 30 S. 1896. (Auch Sitzgsber. d. Wiener Akad. Math.-naturw. Klasse Bd. 105 Abt. I Jan. 1896.)
34. COPELAND, EDW. B. Über d. Einfl. v. Licht u. Temperatur auf d. Turgor. 60 S. 1896.
35. KALBERLAH, ALFR. Der Bau von *Tetrastigma scariosum* Pl. Ein Beitr. z. Kenntn. d. Lianenstruktur. 45 S. 1898.

b) in Würzburg.

1. WALCK, GUST. Über d. specif. Gewicht d. Zellsafts und seine Bedeutung. 34 S. 1900.
2. KRAETZER, AUG. Über d. Längenwachstum d. Blumenblätter u. Früchte 50 S., 1 Taf. 1900.
3. GLASER, LEO. Mikroskop. Analyse d. Blattpulver von Arzneipflanzen. 55 S. 1901.
4. BARSICKOW, MAX. Über d. sekundäre Dickenwachstum d. Palmen in den Tropen 33 S. 1901. (Auch in Verhandl. d. physik.-med. Ges. Würzburg N. F. Bd 34.)
5. HIRSCH, ARN. Über d. Bewegungsmechanismus des Compositenpappus. 40 S. 1 Taf. 1901.
6. ELLRODT, GUST. Über d. Verteilg. d. Gerbstoffs in offizinellen Blättern, Kräutern u. Blüten. 28 S. 1903.
7. FISCHER, PHIL. Über d. Verteilung des Gerbstoffs in nicht offizinellen Drogen. 39 S. 1903.
8. BOTT, FRIDOL. Über d. Bau der Schlehkrüppel. 28 S. 1904. (Aus der Pflanzenwelt Unterfrankens II in Verh. d. phys.-med. Ges. Würzburg N. F. Bd. 36)
9. SÜSSENGUTH, ARMIN. Über d. Behaarungsverhältnisse der Würzburger. Muschelkalkpflanzen. 51 S. 1904.
10. STIER, ALFONS. Zur Kenntn d. Verteilung d. Spaltöffnungen bei Würzburger Muschelkalkpflanzen 91 S. 1904.
11. LIPPOLD, ERICH. Anpassung der Zwergpflanzen des Würzburger Wellenkalks nach Blattgröße und Spaltöffnungen. 47 S. 1904. („Aus der Pflanzenwelt Unterfrankens" III in Verh. phys.-med. Ges. Würzburg N. F. Bd. 36.)
12. KANNGIESSER, FRIEDR. Über Alter u. Dickenwachstum von Würzburger Wellenkalkpflanzen. 27 S. 1905. („Aus der Pflanzenwelt Unterfrankens" V in Verh. d. phys.-med. Ges. Würzburg N. F. Bd. 37.).
13. CONTZEN, FRANZ. Die Anatomie einiger Gramineenwurzeln des Würzburger Wellenkalks. 65 S. 1906. („Aus der Pflanzenwelt Unterfrankens" IX in Verh. der phys.-med. Ges. N. F. Bd. 38.)
14. KRAMER, H. Mikroskopisch-pharmakognost. Beiträge z. Kenntn. v. Blättern u. Blüten. 24 S., 21 Taf. 1907.



AGRICULTURAL ... LIBRARY
MAY 1927
COIMBATORE

15. KRIEG, AUG. Beitr. z. Kenntn. d. Kallus- u Wundholzbildg. geringelter Zweige. 66 S. m. 25 Taf. 1908. (Würzburg, STUBERS Verlag.)
16. SCHMITTHENNER, FRITZ. Über d. histologischen Vorgänge beim Veredeln, insbes. b. Kopulationen u. Geißfußpropfungen. 65 S., 7 Taf. 1907. (Auch in Verh d. phys.-med. Ges. Würzburg N. F. Bd. 39.)
17. STEFFEN, THEOD. Histologische Vorgänge beim Veredeln, insbes. bei *Okulationen* u. *Kopulationen*. *61* S., *15 Taf. 1908*.
18. TRÖGELE, FRANZ. Über d. Verhalten d. Alkaloide in den Organen der *Atropa Belladonna* Mikrochem. u. quantitat. Untersuchungen. 88 S. 1910
19. MATTHAEI, E. Über morphologische u. anatomische Änderungen der Pflanzen im Garten 56 S., 8 Taf. 1912.
20. UNGER, W. Beitr. z Physiologie d. Kalziumoxalats. 24 S. 1912. (Auch in Verh. d. phy.-med. Ges. Würzburg N. F. Bd. 41.)
21. SIEBER, FR. Über d physiologische Rolle von Kalk, Magnesia u. Phosporsäure im Kambium. 56 S 1912. (Auch in Verh. d. phys.-med. Ges. Würzburg N. F. Bd. 41.)
22. KNELL, AUG. Die Pollenkörner als Diagnosticum in Drogenpulvern (Blüten, Kräutern u. Blättern). 50 S. 1914.

Hermann Graf zu Solms-Laubach.

Von
L. JOST.

HERMANN GRAF ZU SOLMS-LAUBACH wurde am 23. Dezember 1842 als Sohn des Grafen OTTO ZU SOLMS und der Gräfin LUITGARD, geb. Prinzessin ZU WIED, in Laubach (Oberhessen) geboren. Seine erste Schulbildung erhielt er im Elternhaus und dann von 1854—1857 in der Erziehungsanstalt Schnepfenthal, deren Leiter AUSFELD er zeitlebens eine dankbare Erinnerung bewahrte. Dann trat er in das Gymnasium in Gießen ein, das ihn im Herbst 1861 mit dem Zeugnis der Reife entließ.

Bei der Wahl eines Berufes entstanden große Schwierigkeiten. SOLMS wollte sich der Gelehrtenlaufbahn zuwenden, sein Vater aber glaubte, da der Junge auf der Schule nicht in allen Fächern Befriedigendes geleistet hatte, er habe zu diesem Berufe nicht die nötige Begabung; immerhin ließ er aber doch schließlich den Abiturienten gewähren, und dieser bezog, noch unentschlossen, ob er sich der Geschichte oder der Naturgeschichte widmen solle, die Landes-Universität Gießen. Dort hat ihn namentlich der geistvolle Vortrag LEUCKARTS über vergleichende Anatomie der Tiere gefesselt, und dieser hat (wohl in Ermangelung eines gleich-

anziehenden Vertreters der Geschichte) den Ausschlag gegeben für die Wahl des Studiums der Naturwissenschaften. Er wandte sich dann freilich nicht der Zoologie sondern der Botanik zu. Schon als Knabe hatte SOLMS durch eifrige floristische Studien eine gewisse Grundlage für diese Wissenschaft gelegt und im Hause mancherlei Anregung durch seinen Onkel REINHARD ZU SOLMS-LAUBACH bekommen, der ein eifriger Sammler von Moosen und Flechten war und über diese Pflanzen der Laubacher Gegend auch einiges publiziert hat. Wie sehr gerade die Botanik ihm im Blute steckte, ergiebt sich daraus, daß auch sein ältester Bruder FRIEDRICH als botanischer Schriftsteller aufgetreten ist.

Um nun die Botanik aus erster Quelle zu schöpfen, verließ er schon nach einem Semester Gießen und begab sich nach Berlin, wo er sich ALEXANDER BRAUN anschloß. Er beklagte es später häufig, daß er sich damals zu einseitig der Botanik hingegeben und wichtige andere Naturwissenschaften, vor allem Chemie und Physik zu sehr vernachlässigt habe. Doch er ist da offensichtlich ganz seiner Begabung nachgegangen. — Mit einer Unterbrechung von einem Semester, das ihn zu DE BARY nach Freiburg führte, blieb er bis zum Frühjahr 1865 in Berlin und wurde dort am 16. März auf Grund seiner Dissertation „de Lathraeae generis positione systematica" zum Dr. phil. promoviert. — Im Sommer 1865 finden wir ihn dann in Genf, wo er die reichen Sammlungen studierte und mit den hervorragenden Botanikern in Verbindung trat. Im folgenden Frühjahr aber unternahm er eine wissenschaftliche Reise nach dem südlichen Portugal; dort waren es vor allem Fragen der Moosgeographie, die ihn fesselten. Mit Ausbruch des Krieges kehrte er nach Deutschland zurück und schlug jetzt sein Zelt bei DE BARY in dem vor kurzem begründeten ersten botanischen Laboratorium auf. Kein Zweifel, daß DE BARY den allergrößten Einfluß auf ihn ausgeübt hat. So folgte er denn seinem verehrten Lehrer im Jahre 1867 nach Halle und trat dort im Mai 1868 als Privatdocent in die philosophische Fakultät ein.

Als DE BARY dann 1872 an die neubegründete Reichsuniversität Straßburg berufen wurde, schlug er SOLMS als a. o. Professor der Botanik vor, und so gehörte dieser mit zu den ersten Docenten der jungen Hochschule, von der bald so besonderer Glanz ausging. — Im Sommer 1879 folgte er einem Ruf als Nachfolger GRIESEBACHs, als o. Professor und Direktor des botanischen Gartens in Göttingen. Von hier aus machte er dann 1883 seine größte Reise, indem er als erster Deutscher dem gastlichen Rufe TREUBs nach Java folgte. Nachdem er Ende 1887 widerstrebend

eine Berufung nach Berlin angenommen hatte und im Begriff stand dahin überzusiedeln, starb im Januar 1888 DE BARY, und es gelang der Straßburger Fakultät, SOLMS als dessen Nachfolger zu gewinnen. So schmerzlich auch für SOLMS die Veranlassung für diese Berufung war, so gerne folgte er ihr. In Straßburg hat er dann 20 Jahre lang das Institut geleitet und an allen Fragen der Universität den lebhaftesten Anteil genommen, bis ihn ein schon längere Zeit bestehendes Leiden zwang mit Vollendung des 65. Jahres vom Amte zurückzutreten. Auch als Emeritus blieb er seinem geliebten Straßburg treu und nahm in nächster Nähe des Instituts Wohnung, so daß er in den ersten Jahren noch täglich zur Arbeit ins Institut kommen konnte. Seine körperlichen Kräfte nahmen mehr und mehr ab; geistig war er fast bis zuletzt noch rüstig. Am 24. November 1915 hat ihn ein sanfter Tod vor schwereren Leiden bewahrt. — Er war ein in jeder Hinsicht durchaus eigenartiger Mensch. Seine Persönlichkeit läßt sich nicht mit ein paar Zeilen erschöpfend schildern. Deshalb wird der folgende Versuch einer solchen Schilderung wohl denen, die ihn gekannt haben, Erinnerungen wecken, aber er wird kein vollständiges Bild für solche liefern, die SOLMS nicht persönlich gekannt haben.

HERMANN GRAF ZU SOLMS war ein Mann von stattlicher Größe; weithin ragte sein Haupt aus der Menge. Sein Gang war etwas unbeholfen und schwankend. Die eine Schulter war meist etwas vorgeschoben, dadurch die ganze Gestalt sehr charakteristisch. An dem schön gestalteten Kopf fiel vor allem die hohe, faltendurchfurchte Stirne, die edle Nase auf; die blauen Augen waren von buschigen Brauen beschattet. Ein dichtes Haupthaar blieb ihm bis zum Tode erhalten. Den etwas breiten unteren Teil des Gesichtes bedeckte in späteren Jahren ein Bart, der die malerische Wirkung des ganzen Kopfes noch hob.

In der Kleidung hatte er seine eigene Mode; er trug stets einen blauen Rock von ganz besonderem Schnitt, dazu blaue Weste und graue Hosen. Weiße Strümpfe schauten nicht selten aus den Halbschuhen hervor und die Bänder der letzteren mußten mitten im Gespräch oder im Kolleg neu gebunden werden, gerade wie die widerspenstige Halsbinde, die einen Umlegkragen umschlang. — Wenn er auch seine Kleidung, und überhaupt sein Äußeres entschieden vernachlässigte und deshalb in mancher Beziehung dem altmodischen „Professorentypus" entsprach, so war bei näherem Zusehen eben doch überall der Edelmann zu erkennen.

Sein inneres Wesen war in aller erster Linie adlig im wahrsten Sinne des Wortes: eine durchaus großzügige Natur, eine

reine, kindliche Seele. Anspruchslos für sich selbst gab er anderen mit offenen Händen, einerlei ob es sich um geistige oder materielle Güter handelte. Viel Gutes hat er an den Armen getan, manchmal auch solchen freilich, die es nicht ganz verdienten. Er war frei von jeglicher Selbstüberschätzung und beklagte manchmal, daß seine Kräfte nicht ausreichten, die Ansprüche zu erfüllen, die er an sich selbst in seinem Amte stellte. Dagegen machte er an andere (Freunde, Kollegen, Assistenten, Diener) sehr geringe Anforderungen und erkannte deren Leistungen willig an. Ganz besonders dann, wenn sie ihm menschlich nahestanden. Er bot seine Freundschaft vielen gern und ließ sich dann durch nichts in seiner Freundestreue beirren. Er konnte freilich auch schroff und ablehnend sein, wenn ihm jemand nicht sympathisch war, und nichts schied ihn tiefer von einem Menschen als Taktlosigkeit. Er kannte unter denen, die in seinen Kreis eintraten, nur zwei Extreme: „unausstehliche" und „nette" Menschen. War die Einordnung in eine dieser beiden Klassen erfolgt, so war kaum noch auf eine Revision des Urteils zu hoffen. Die große Güte aber und der Optimismus, die ihm eigen waren, brachten es mit sich, daß weitaus die meisten Menschen ihm sympathisch waren.

Bei der Wahl der Freunde wurde er nur durch die Sympathie beeinflußt; Alter, Stand, Rang und ähnliche Äußerlichkeiten spielten keine Rolle. Er zog dann keinerlei Schranke um sich, war weit vom „Geheimrat" entfernt, und verkehrte auch mit der Jugend, auch mit den Studenten in kameradschaftlichem Ton.

Die ihm für Institut und Garten anvertrauten Staatsgelder verwaltete er mit ängstlicher Sparsamkeit. Die oft sehr beträchtlichen Kosten für seine eigenen wissenschaftlichen Untersuchungen bestritt er ganz aus eigenen Mitteln. Seine reiche Bibliothek hat er nicht nur bei Lebzeiten dem Institut zur Benutzung überlassen, er hat sie auch neben seiner außerordentlich wertvollen Schliffsammlung dem Institut in hochherziger Weise vermacht.

Äußerlichkeiten jeder Art waren ihm völlig gleichgültig. Die mannigfachen Ehrungen, die ihm vom Inland und namentlich vom Ausland in großer Zahl zuflossen, nahm er ohne jede Eitelkeit hin. Umgekehrt ignorierte er Versuche, ihn herabzusetzen. Als einst ein auswärtiger Forscher, schwer gekränkt, weil Arbeiten von ihm von SOLMS nicht zitiert worden waren, eine Anzahl seiner Werke einsandte und auf einem etwa folgende „Widmung" geschrieben hatte: „GRAF SOLMS kümmert sich um alte Schmöcker, kennt aber die moderne Literatur nicht" — da wanderte diese Abhandlung in

einer der nächsten Vorlesungen durch den Hörsal — mit ihrer Aufschrift.

Wenn von ihm gefundene Tatsachen von anderen „wiederentdeckt“ wurden, pflegte er zu schweigen; Prioritätsstreit liebte er nicht, wie er überhaupt Polemik jeder Art nicht schätzte. Dabei konnte er aber eine sachliche Kritik seiner Anschauungen sehr gut ertragen. Selten hat man Worte gelesen, wie SOLMS sie fand, als FRITZ MÜLLER die SOLMSsche Deutung von *Ficus* und *Caprificus* umstieß; er schrieb: „es geht mir mit dieser Betrachtungsweise ähnlich wie mit dem Ei des Columbus. Sie leuchtet mir so sehr ein, daß ich erstaunen muß, sie nicht selbst früher eingehender erwogen zu haben“. Er ging in die Tropen und konnte dort die MÜLLERsche Ansicht vollauf beweisen. — Wo aber die Exaktheit seiner Beobachtung angezweifelt wurde, da konnte er sehr ungehalten werden, in dem berechtigten Bewußtsein, daß ihm in der Genauigkeit nicht leicht jemand überlegen war.

GRAF SOLMS blieb unvermählt. Seinem Haushalt stand zuerst seine Schwester CLARA, nach deren Tod seine Nichten SOPHIE und ANNA ZU SOLMS-RÖDELHEIM vor, und sie verstanden es, seinem Hause eine besondere Behaglichkeit zu schaffen. Größere Gesellschaften liebte er nicht; am wenigsten die üppigen Abfütterungen. Dementsprechend versammelte er in seinem Hause stets nur einen kleinen Kreis von Freunden zu einfacher, aber gediegener Geselligkeit. Gern führte dabei der liebenswürdige Wirt selbst die Unterhaltung — hatte er doch mit offenem Auge viel von der Welt gesehen. Ich kann mich nicht entsinnen, daß er die Ferien je in Straßburg verbracht hätte. Im Frühjahr ging er gern nach Italien, wo ihn freilich in den letzten Jahren der zunehmende Fremdenverkehr abstieß, ja aus manchen Gegenden, die er früher besonders geliebt, ganz vertrieb. Auch nach Algier ist er dreimal um diese Zeit gekommen. An Pfingsten traf man ihn oft an schweizer oder oberitalienischen Seen. Im Herbst ging er häufig zum Kurgebrauch nach Karlsbad —, reiste dann wohl über Schlesien nach England und brachte die letzten Wochen vor Semesterbeginn in der über alles geschätzten Heimat zu. Abgesehen von diesen letzten Aufenthalten, wo er sich gern den Freuden der Jagd hingab, hatten die meisten anderen Reisen botanische Ziele im Haupt- oder Nebenamt; so besonders die Aufenthalte in Neapel, wo er unzählige Male, besonders lange im Sommer 187[?] zur Erforschung von *Ficus* und *Corallina* weilte, so zahllose Reisen die dem Aufsuchen oder dem Studium fossiler Materialien gewidmet waren, und die ihn mit den angesehensten Fachgenossen des Kon

tinents und Englands in Verbindung brachten. Als *größere,* ausschließlich wissenschaftliche Reisen sind die nach Portugal im Sommer 1866 und nach Java 1883/84 zu erwähnen. — In Europa war ihm wohl kein Land unbekannt, und wohin er auch kam, da hatte er offenen Blick nicht nur für die Pflanzen, auch für die Landschaft, die Menschen, die Kultur, die Kunst. Wer je das Glück gehabt hat mit ihm reisen zu dürfen, und das haben neben den Freunden auch die Neffen und Nichten gehabt, der wird gestehen müssen, daß ein kenntnisreicherer und frohmütigerer Reisegenosse nicht denkbar war. Ein fabelhaftes Gedächtnis bewahrte ihm die Eindrücke aller dieser Reisen, so daß nicht selten seine Kenntnisse über ein fernes Land dessen eigene Einwohner in Staunen versetzten. So traf er einst zufällig bei mir mit dem Physiker PETER LEBEDEW aus Moskau zusammen. Alsbald kam er in ein lebhaftes Gespräch über dessen Heimatstadt. Ganz verblüfft sagte LEBEDEW: „*der kennt ja Moskau besser wie ich.*"

Doch das Reisen war Ferienbeschäftigung und Erholung. Im Semester aber war SOLMS von früh bis spät emsig mit seinen Arbeiten, mit Institut, Garten oder Vorlesung beschäftigt. Die wenigen Stunden Erholung, die er sich am Tage gönnte, widmete er vor allem der Lektüre historischer Werke — denn Geschichte ist allezeit seine Lieblingswissenschaft geblieben. Von Dichtern hat er neben GOETHE vor allem DANTE geschätzt, von dem er viel auswendig wußte und gern zitierte. Aber auch weniger klassische Geister wie z. B. VICTOR SCHEFFEL liebte und rezitierte er häufig. Romane las er äußerst selten und die moderne Literatur existierte nicht für ihn. Das Theater besuchte er nicht. Während er viel Interesse und ein feines Verständnis für die bildende Kunst besaß, stand er der Musik ganz ablehnend gegenüber; er sagte, sie sei ihm ein unangenehmes Geräusch, während er sie in Wirklichkeit einfach überhörte. Die politischen Tagesfragen verfolgte er an der Hand der Kölnischen Zeitung mit großem Interesse, doch war er *nie im Dienste einer Partei politisch tätig.*

Wenn wir jetzt zu schildern versuchen, was SOLMS als Lehrer bedeutete, so müssen wir seine einstündige öffentliche Sommervorlesung „Demonstrationen im botanischen Garten" an erster Stelle erwähnen, denn sie zeigte seine Eigenart am meisten, und er selbst hing wohl auch ganz besonders an ihr. Ausgehend von einzelnen gerade blühenden Pflanzen wußte er aus dem Schatz seiner Kenntnisse und Erlebnisse in ungewöhnlich anregender Weise zu erzählen. Dabei ging er gern auf seine Lieblingsthemata, Probleme der Pflanzengeographie oder der Deszendenzlehre ein

und streifte auch geschichtliche und kulturgeschichtliche Fragen. Auch nach seiner Emeritierung hat er noch einige Male — jetzt im Winter — solche Demonstrationen abgehalten, zuletzt im Februar 1912. — Von eigentlich fachwissenschaftlichen Vorlesungen hat er jeden Sommer die von DE BARY eingeführte Übersicht über das Gesamtgebiet in einem Semester gelesen. Hier war sein Prinzip, dem Anfänger nur das abgeklärte und sichere, nicht etwa das Neuste, vorzutragen. Wenn somit sachlich diese Vorlesung keinerlei Schwierigkeiten bot, so hat doch SOLMS ständig an ihr gearbeitet, um sie pädagogisch möglichst gut zu gestalten. Im Winter las er dreistündig abwechselnd über Archegoniaten nebst Gymnospermen und über Thallophyten. Ein Kolleg über „Archegoniaten" hatte schon der junge Hallenser Privatdozent Ende der 60er Jahre angekündigt und aller Wahrscheinlichkeit nach war er es, der unter dem Eindruck der HOFMEISTERschen Entdeckungen den Ausdruck Archegoniaten geprägt hat. Neben solchen größeren Fachvorlesungen las er dann noch publice ein- oder zweistündig im Winter über Palaeophytologie, Pflanzengeographie, Kulturpflanzen und über Lebermoose. Alle diese Vorlesungen gingen — von den Grundzügen der Botanik abgesehen — oft in die allerspeziellsten Einzelheiten, aber sie waren doch schon durch die Frische des Vortrages anziehend und durch die lebhafte Mimik, die eindringlichen Handbewegungen fesselnd. Er sprach mit lauter, fast überlauter Stimme, und er ging während des Vortrages beständig auf und ab. Wer ihn zum erstenmal hörte kam aus dem Staunen über den Aufwand von Kraft nicht heraus. Manche ergötzliche Geschichte über die Wirkung seiner Vorlesung auf jugendliche Gemüter hat SOLMS selbst zum besten gegeben. War aber der Student reifer, so mußte er bald von den Äußerlichkeiten absehen und den reichen Gehalt schätzen. Das Geheimnis seines ungewöhnlichen Lehrerfolges als Dozent lag darin, daß er nicht aus Büchern geschöpfte Weisheit weitergab, sondern daß alles, was er besprach, von ihm persönlich geschaut, von ihm erlebt war, und daß er es den Zuhörer wieder erleben ließ. Was für einen Reiz diese persönliche Note in seinen Schilderungen bedingte, das wissen nicht nur die Studenten, die bei ihm gehört haben, auch weitere Kreise haben es im naturwissenschaftlichen Verein und in der *philomatischen* Gesellschaft erfahren. Trotz peinlich genauer Vorbereitung der Vorlesung stand SOLMS doch am Tage des Semesterbeginnes unter den Zeichen eines ungewöhnlich heftigen Kollegfiebers, das dann nach der ersten Stunde rasch nachließ.

Wesentlich anders als die Vorlesung war der Unterricht im

Laboratorium. Da ist vielleicht mancher, der von der Vorlesung begeistert war, sehr abgekühlt oder gar ganz abgeschreckt worden. Die Übungen folgten DE BARYscher Tradition. Der Student sollte beobachten lernen, nüchtern beobachten. Diese außerordentlich exakte Schulung in der Beobachtung hielt SOLMS für ungleich wichtiger als die Anregung zum „Denken“ über Tatsachen oder gar das „Denken“ über angebliche Tatsachen. Wenn aber der Schüler das Beobachten gelernt hatte, dann herrschte vollste Freiheit. Nie hat SOLMS die Arbeitsrichtung seiner Schüler oder Assistenten beeinflußt, vor allem hat er sie nie veranlaßt, seine Ansichten zu verteidigen, seinen Ruhm zu mehren.

In Anbetracht des großen Erfolges der Vorlesungen war die Zahl der speziellen Schüler SOLMS' gering. Da er eine große Verantwortung empfand, wenn ein Schüler eine Arbeit bei ihm beginnen wollte, so neigte er dazu, dem Studenten eher abzuraten als ihn ins Laboratorium zu ziehen. Auch brachte es seine ganze wissenschaftliche Richtung mit sich, daß junge Leute, für die das Moderne oft eine besondere Anziehung hat, nicht zu ihm eilten; denn „modern“ war er nie, weder in der Arbeitsrichtung, noch in der Orthographie, noch in der Frage des Frauenstudiums. Die aber, die ihre Ausbildung bei ihm genossen, oder die später eine zeitlang bei ihm weilten, werdeu nie vergessen, was sie ihm verdanken.

Das Straßburger Botanische Institut war, als GRAF SOLMS es übernahm, erst kürzlich vollendet worden; es konnte für eines der schönsten Institute gelten. Schon deshalb, aber auch aus Pietät gegen DE BARY und aus seiner ganzen konservativen Natur heraus lehnte SOLMS jede Veränderung ab. Anders der Garten. Ihn hatte DE BARY unvollendet hinterlassen, und SOLMS führte ihm bald ein reiches Material von Pflanzen zu, die er durch seine zahlreichen Beziehungen und durch seine Reisen erwarb. Außerdem aber legte er besonderen Wert auf richtige Bestimmung des vorhandenen Materials, die nur ein Mann mit so großen Kenntnissen und so ungewöhnlichem Gedächtnis für Form und Name ausführen konnte. Leider haben diese beiden Eigentümlichkeiten des Gartens ihren Urheber nicht überlebt.

Wenn wir gleich am Anfang der Schilderung von SOLMS wissenschaftlicher Tätigkeit die Redaktion der botanischen Zeitung erwähnen, so geschieht das nicht, weil diese Betätigung ihm besonders lieb gewesen wäre. Er übernahm sie nur aus Pietät gegen DE BARY und er führte sie 20 Jahre lang in treuer Pflichterfüllung fort. Als aber ein Weiterarbeiten an dieser Zeitschrift

zur Unmöglichkeit wurde, da entschloß er sich schweren Herzens zur Neugründung der Zeitschrift für Botanik, der er noch eine Reihe von Jahren seine Mitarbeit zuteil werden ließ.

SOLMS' eigene Forschertätigkeit ging ursprünglich von der Leidenschaft für das Pflanzensammeln aus. Diese muß sehr stark gewesen sein. ALEXANDER BRAUN hat doch gewiß auch leidenschaftlich gesammelt, und doch warnte er den jungen Botaniker vor dieser zu einseitigen Beschäftigung und schrieb auch an DE BARY in diesem Sinne, als SOLMS zu diesem ging. Nach SOLMS eigener Erzählung soll in diesem Schreiben gestanden haben: „der Überbringer dieser Zeilen ist der junge GRAF SOLMS-LAUBACH. Wenn Du ihm das verdammte Exkursionenmachen abgewöhnen kannst, wird vielleicht was ganz brauchbares aus ihm." Und von vereinzelten gelegentlichen Rückschlägen abgesehen, die die Jüngeren staunend ansahen, war in späteren Jahren diese Sammelwut wirklich erloschen. Sie hat aber zweifellos den Vorteil gehabt, daß sich SOLMS eine ungewöhnliche Pflanzenkenntnis, einen fabelhaften systematischen Instinkt und eine ungemein lebhafte Vorstellung von den Floren der entlegensten Länder erworben hat. So hatte er, als er sich später allgemeineren Fragen zuwandte, sich durch die Studien in der Jugend ein sehr solides Fundament geschaffen.

Der Schriftsteller SOLMS wirkt ganz anders als der Lehrer. Es fehlt den Schriften die Lebhaftigkeit des mündlichen Vortrages, sie sind ganz beherrscht von dem Bestreben nach peinlicher Genauigkeit. Tatsachen überwiegen weit die Spekulation. Dabei ist die Schreibweise oft etwas archaisch und schwierig. Bei den Büchern setzt er immer einen sehr kenntnisreichen Leser voraus, auch wenn sie wie etwa die Palaeophytologie ausdrücklich als „Einleitung" bezeichnet werden. Sie sind keine Lehrbücher für den Studenten.

Vielfach, wie in dem eben genannten Buch oder in der Pflanzengeographie, sind die Abbildungen spärlich oder fehlen ganz, und wer diese Bücher lesen will, muß von einem Kranz anderer Werke umgeben sein. Alle diese Dinge haben es mit sich gebracht, daß diesen Werken nicht der äußere Erfolg beschieden war, den sie verdient hätten.

SOLMS wissenschaftliche Produktionsweise war eine sehr eigenartige. Soweit es sich nicht um rein deskriptive Dinge handelte, führte ihn jedesmal ein ganz bestimmter Gesichtspunkt auf das betr. Thema. Er pflegte aber nicht in abstraktem, streng logischem Denken Schluß an Schluß zu reihen; nein, er arbeitete vor allem mit der Phantasie. Er sah, wie der Künstler, Bilder.

Wenn er sie aber geschaut hatte und so auf intuitivem Weg seine Frage gelöst hatte, dann setzte eine strenge Kritik ein, die prüfte, ob das Bild mit den Tatsachen übereinstimme. Oft hat *diese Kritik erbarmungslos* die *interessantesten Gedanken zerstört*; nichts deutet dem Leser mehr an, daß sie da waren. Es ist unschwer zu sehen, daß die schöpferische Phantasie das eigentliche SOLMsche *Ingenium* war und daß die *Kritik* ein *Erbstück* DE BARYS bildete. Um so mehr muß man bewundern, daß er die erlernte Methode zum Zügel der Natur machen konnte, daß ihm die Exaktheit der Beobachtung über alles ging.

Die Hauptgebiete, mit denen SOLMS sich beschäftigt hat, sind die Systematik im weitesten Sinne, die Palaeophytologie, die Geschichte der Kulturpflanzen und die Pflanzengeographie. Dagegen hat er sich gerade mit den Gebieten, die während seines Werdens besonders aktuell wurden, Biologie, Physiologie, Zellenlehre weniger beschäftigt.

Die Biologie liebte er im ganzen sehr wenig. Trotz dieser Abneigung hat SOLMS doch ein biologisches Thema schon zu einer Zeit bearbeitet, als es eigentlich die Biologie noch nicht gab, und für dieses hat er auch zeitlebens das Interesse nicht verloren. Es sind die Vegetationsorgane der parasitischen Phanerogamen mit ihren weitgehenden Reduktionserscheinungen sowie auch die Blüten dieser Pflanzen. Sieht man freilich näher zu, so zeigt sich, daß auch hier systematisch-morphologische Fragen, phylogenetische, wenn man so will, in erster Linie stehen. Ihn interessierte der morphologische Wert dieser Organe. Es ist wohl kein Zufall, daß die erste gedruckte Arbeit (1) sich (freilich rein deskriptiv) mit einem solchen Parasiten beschäftigt und daß auch eine der letzten (94) das gleiche Thema hat. Auch die Dissertation (2) behandelt einen Parasiten; und während die systematische Stellung der *Lathraea* zur Diskussion steht, wird auch der Bau ihrer Vegetationsorgane eingehend behandelt. Später waren es dann die Rafflesiaceen, Hydnoraceen, Balanophoreen, Santalaceae und Loranthaceen, die Lennoaceen, Cuscutaceen, Orobancheen und Rhinanthaceen, denen mehrere Abhandlungen gewidmet sind. (6. 9. 10. 12. 14. 15. 16. 17. 65.)

Als Nebenprodukte solcher Beschäftigung mit der Morphologie und Biologie der Parasiten sehen wir dann eine Reihe von Monographieen entstehen, so über Rafflesiaceae (22. 74), Hydnoraceae (42. 75) und Lennoaceae (12). Auch die Monographie der Caricaceae (41. 53) ist ein solches Nebenprodukt anderer, später zu besprechender Tätigkeit, während die über die Pontederiaceen (27)

und Pandanaceen (21) anscheinend um ihrer selbst willen unternommen worden sind.

Nicht nur die Monographie, auch die Beschäftigung mit Anatomie und Morphologie von Pflanzen bestimmter Verwandschaft wird man heute als systematische Betätigung bezeichnen. Systematik in diesem Sinne hat SOLMS in den verschiedensten Klassen des Pflanzenreiches betrieben. Von Angiospermen haben ihn außer den schon genannten Familien beschäftigt: die Dioscoreaceen und Commelinaceen (19), die Cruciferen (71. 72. 78. 82), die Chenopodiaceen (73. 86), die Aristolochiaceen (17), die Gattung *Ficus* (24, 33). Aus der Gymnospermengruppe ist die Arbeit über die Sproßfolge bei den Cycadeen (44) und die anatomische Studie über das Vorkommen von oxalsaurem Kalk in der Zellwand (5. 13) zu nennen. Von rezenten Pteridophyten handeln die Abhandlung über *Psilotum* (32) und über *Isoetes* (77), von Moosen die Studien über Marchantiaceen (59. 68). Von Pilzen hat er *Empusa* (8), *Penicilliopsis* (34) und *Ustilago Treubii* (35) bearbeitet. Besonders zahlreich sind die Arbeiten über Algen. Vor allem hat er unsere Kenntnisse über die Dasycladaceen (48, 56) und Florideen erweitert. Bei den Florideen hat er unmittelbar nach BORNETS bahnbrechenden Studien die Fruchtentwicklung bei einer Süßwasserform (*Batrachospermum*) beobachtet (3), und er war es, der die so schwierigen Verhältnisse bei der Fruchtentwicklung der Corallineen (23. 26) im wesentlichen klar legte. Daneben seien noch die Studien über *Janczewskia* (18) und *Vaucheria* (4) genannt.

Erscheint schon nach dem Gesagten SOLMS als ein Systematiker von ungewöhnlich umfassendem Studienkreis, so ist doch nur ein Teil seiner Tätigkeit skizziert und nicht einmal der wichtigste. Seine Forschungen auf dem Gebiete der Phytopalaeontologie haben ihm zweifellos den größten Namen gemacht. Vor allem ist hier seine „Einleitung“ (36) zu nennen. Soweit der Schreiber dieser Zeilen es beurteilen kann, hat diese aus folgenden Gründen eine besondere Bedeutung gewonnen. Sie geht erstens sehr viel kritischer vor, als das bis dahin vielfach üblich war, wo selbst hervorragende Forscher aus dem bloßen regelmäßigen Zusammenvorkommen gewisser Fossilien auf eine Zusammengehörigkeit zu schließen pflegten. Sie legt zweitens nach den glänzenden Entdeckungen von BRONGNIART und RENAULT in Frankreich, von BINNEY und WILLIAMSON in England den größten Nachdruck auf die innere Strucktur der Fossilien. Sie räumt endlich mit gewissen doktrinären Ansichten RENAULTs auf. Überall zeigt sich eben der auf allen Gebieten geschulte Botaniker,

der seine an recenten Formen gewonnenen Kenntnisse an den fossilen verwertet. Von palaeontologischen Einzelabhandlungen seien hier nur einige kurz erwähnt. Zunächst solche, die über Fossilien bestimmter Provenienz berichten, so die Fossilien von Falkenberg (47, 50, 64, 89), von Saalfeld (58), von Gräfrat (55), Franz Josefsland (79), Ternera (67). Sodann die Studien über *Medullosa* (62), *Bennettites* (43, 46, 49), *Pleuromeia* (69), *Bowmannites* (57), *Psaronius* (80, 90), *Tietea* (92).

Professor NATHORST, einer der besten Kenner der Palaeophytologie, hatte die große Freundlichkeit, mir die Bedeutung SOLMS für diese Wissenschaft mit folgenden Worten zu schildern: „SOLMS hat die Palaeobotanik erstens durch eigene ausgezeichnete Spezialarbeiten bereichert, und er hat zweitens durch sein Handbuch „Einleitung in die Palaeophytologie vom botanischen Standpunkt aus“ einen überaus großen und glücklichen Einfluß auf die Entwicklung dieser Wissenschaft gehabt. Als leitender Faden seiner sämtlichen Arbeiten kommt die Meinung zum Ausdruck, daß die fossilen Pflanzen in ganz ähnlicher Weise wie die recenten, d. h. vom rein botanischen Standpunkt aus, betrachtet werden müssen. Es soll allerdings nicht vergessen werden, daß sowohl bei BRONGNIART und SCHIMPER, wie vor allem bei SCHENK derselbe Gesichtspunkt vorhanden war; da sie aber das Material auch geologisch zu verwerten hatten und also bestrebt waren (um mit SOLMS zu reden), „zweien Herren, der Palaeontologie und der Botanik zu dienen“, traten die botanischen Ergebnisse, die in ihren Schriften mitgeteilt werden konnten, nicht hinreichend hervor. In SOLMS Handbuch werden dagegen diese Resultate, was die Kryptogamen und die Gymnospermen betrifft, allein für sich zusammengestellt, kritisch behandelt, durch eigene Beobachtungen erweitert und so zum ersten Male den Botanikern im Zusammenhang zugänglich gemacht. Die Bedeutung der Palaeobotanik für die entwicklungsgeschichtliche und die systematische Botanik ging durch die mitgeteilten Ergebnisse von selbst hervor, und SOLMS hat ja selbst den Zweck seiner Arbeit u. a. mit folgenden Worten gegeben: „Sie soll den Botanikern, unter Anwendung der nötigen Kritik, in übersichtlicher Form die Ergänzung ihres Pflanzensystems liefern[1]), soweit diese durch die Bemühungen der Paläophytologen gefördert worden ist.“ Er bezeichnete sein Handbuch als einen ersten Versuch, die Resultate der Palaeobotanik für die Bedürfnisse der Botaniker darzustellen. Er hat später einen Nachfolger in dem Engländer D. H. SCOTT erhalten, in dessen vortreff-

[1]) hier gesperrt.

lichen „Studies in fossil botany" (1. Aufl. 1900, 2. Aufl. 1908—09) ganz dieselbe Richtung sich geltend macht, natürlich unter Berücksichtigung der inzwischen gewonnenen neuen Resultate."

In Deutschland existiert keine phytopalaeontologische Schule und auch SOLMS hat keine solche begründet, obwohl er mehr wie jeder andere dazu imstande gewesen wäre, da er alle wichtigen Funde aus eigener Anschauung kannte und die Gesamtliteratur übersah. Unsere Jugend interessierte sich aber nicht für diese Wissenschaft; vermutlich weil sie kaum Gelegenheit hat, Fossilien mit erhaltener Struktur zu sammeln. In England und in Frankreich, wo solche Materialien häufiger sind, da blüht auch diese Wissenschaft ganz anders als bei uns. Namentlich in England ist denn auch SOLMS sehr anerkannt worden. Dort war er auch mit mehreren Fachgenossen in enger Freundschaft verbunden. Um so größer war im August 1914 sein Schmerz, als er sehen mußte, daß auch solche Freunde dem deutschen Volk den Krieg erklärten.

Eine ganz besondere Aufgabe hatte sich SOLMS in der Erforschung unserer Kulturpflanzen, genauer gesagt in der Erforschung ihrer Geschichte gestellt. Die Feige war die erste, über die er eine umfangreiche Abhandlung (24) veröffentlichte, die eine enorme, z. T. auch philologische Literatur neben vielen eigenen botanischen Studien verarbeitet. Es ist schon erwähnt worden, daß FRITZ MÜLLERs geistvolle Besprechung dieses Werkes SOLMS zu weiteren Studien über die Geschlechterverteilung in der Gattung *Ficus* (33) veranlaßte. Der Wunsch, diese Arbeit ausführen zu können, hat ihn vor allem in die Tropen zu reisen veranlaßt. Aber auch später hat er *Ficus* nicht vergessen und noch einmal über ihn berichtet (51). Es folgten dann auf diesem Gebiete weiter Arbeiten über den Melonenbaum (39), über Weizen (70), Tulpe (70) und Erdbeere (84). Über die Zierpflanzen hat er eine Übersicht im Handwörterbuch der Naturwissenschaften (95) gegeben, die freilich von den eigenen Forschungen, die er z. B. an *Fuchsia*, an *Hemerocallis* u. a. ausgeführt hat, keine Vorstellung gibt. Sicherlich war gerade dieses Gebiet ein Lieblingsstudium von SOLMS, da es ihn mit Geschichte und Philologie verband, die er mehr schätzte als das Naturforscher gemeinhin zu tun pflegen. — Den Anschluß an die moderne Vererbungslehre, der bei den Kulturpflanzen sehr nahe gelegen wäre, hat SOLMS nicht gefunden. Wohl hat er Bastarde erziehen und auch kultivieren lassen, aber an eine genau Verfolgung ihrer Progenies dachte er nicht, obwohl ihm GREGOR MENDELs Werke lange vor ihrer Wiederentdeckung im Jahre 190 wohl bekannt waren.

Auf dem Gebiete der Pflanzengeographie hat er von spe

ziellen Abhandlungen eigentlich nur die Habilitationsschrift (7) über die Verbreitung portugiesischer Moose hinterlassen. Nebenbei wurden geographische Fragen freilich auch in anderen Abhandlungen berührt, z. B. gelegentlich der Studien an *Isoetes* (77) und der Marchantieen (68). Wie eigenartig er aber diese Wissenschaft erfaßt hat, das zeigen seine „leitenden Gesichtspunkte einer allgemeinen Pflanzengeographie" (81). Hier versucht er unter Weglassung der rein deskriptiven Geographie die biologische und die historische Seite dieser Wissenschaft gleichmäßig zu behandeln, wie das bisher niemand so getan hatte. Er behandelt zunächst die Spezies und ihre Veränderung in der Zeit und sieht mit Recht in diesen Kapiteln das Fundament der Pflanzengeographie. Dann behandelt er den Standort und seine Besiedelung durch die Art. Sodann die Störungen der Pflanzenverbreitung infolge eintretender Veränderungen. Den Schluß bildet ein Kapitel über die Inselfloren.

Überblicken wir die wissenschaftliche Tätigkeit von Graf SOLMS, so müssen wir über die Vielseitigkeit staunen, die bei keinem Botaniker der Neuzeit wiederkehrt. Und dabei muß noch gesagt sein, daß das, was er hat drucken lassen, noch keinen Begriff davon gibt, was alles er gesehen hat, was er auf Grund eigener Anschauung kannte. Vieles davon hat er nur gesprächsweise, oder in der Vorlesung, oder auch in Referaten geäußert. Ein Botaniker, auch ein Systematiker, der von sich sagen konnte, daß er EICHLERS Blütendiagramme „bei ihrem Erscheinen wie einen Roman verschlungen habe", wird gewiß eine Seltenheit sein und bleiben. Im Grunde ist aber seine Vielseitigkeit doch von einem einzigen roten Faden durchzogen: von der Deszendenzlehre. Überall sind es geschichtliche Fragen, die ihn beschäftigen. In jenem ersten Semester in Gießen ist also nur äußerlich die Entscheidung zugunsten der Botanik gefallen, Historiker im weiteren Sinne des Wortes ist er doch geworden. Die Frage nach der Abstammung hat ihn bei seinen Parasitenstudien geleitet, sie hat ihn zu den Kulturpflanzen geführt, wo ja — wenn diese Pflanzen (wie gewöhnlich) in wildem Zustand nicht mehr existieren — die Frage nach der Entstehung der Kulturform sich ganz besonders in den Vordergrund schiebt. Erst recht die Beschäftigung mit den fossilen Gruppen ist nur durch sein Interesse für Deszendenzfragen bestimmt. Daß er auch in der Pflanzengeographie das Problem der Artenentstehung für besonders wichtig hielt, wurde grade gesagt. Endlich hat er dieses Problem auch in seinen Phanerogamenstudien, namentlich in denen der späteren Jahre, zu fördern versucht. Den Anlaß gab da die zufällige Bekanntschaft mit der *Capsella Heegeri*. An sie schlossen

sich die anderen Cruciferenstudien, und das, was er über die Chenopodien geschrieben, war nur eine Vorarbeit für ähnliche Forschungen. Eine Lieblingsidee war dabei die polyphyletische Entstehung einer Art. Sie hat ihn schon bei *Carica* gefesselt, sie kehrte bei den Marchantieen wieder und ist dann etwas ausführlicher bei den Cruciferen (72, S. 76) erörtert. Er verhehlte sich die praktische Konsequenz einer solchen Anschauung durchaus nicht und sagte z. B. Bot. Ztg. 1903 S. 75: „Deswegen glaube ich, wird sich eine nüchterne, den Regionen der Phantasie entrückte Systematik für alle Zeiten bescheiden müssen, die Gattungs- und Familienbegrenzung und deren Nomenclatur im wesentlichen nach den praktischen Bedürfnissen zu gestalten. Ein phylogenetisches System, wie manch einer mit jugendlicher Zuversicht von der Zukunft erhofft, wird stets ein pium Desiderium verbleiben." So war es seine Ansicht, daß wir Verwandschaften schließlich nur ahnen können, und daß all die schönen „Stammbäume", die von höheren wie von niederen Pflanzen entworfen worden sind, kaum einen Wert haben. Dieselbe Resignation hatte er auf den anderen Gebieten, z. B. auf dem der Pflanzengeographie, wo er das allzu viele Erklären im einzelnen entschieden ablehnte. Schließlich dehnte er diese Skepsis auf die ganze Wissenschaft aus; er, der so viel wußte, war sich vor allem darüber klar, daß unser Wissen Stückwerk ist und bleibt. Und so versteht man es gut, daß er außerhalb der Wissenschaft und scharf von ihr getrennt dem Glauben ein weiteres Feld einräumte, als das Naturforscher gewöhnlich tun.

Mit H. GRAF ZU SOLMS-LAUBACH hat unsere Wissenschaft einen ihrer eigenartigsten Forscher verloren; seine Freunde beklagen den Verlust eines treuen Freundes.

Verzeichnis der Schriften.

1. 1863. Über *Orobanche Buckiana* Koch. Verh. bot. Vereins Brandenburg 5.
2. 1865. De *Lathraeae* generis positione systematica.
3. 1867. Über die Fruchtentwicklung von *Batrachospermum*. (Bot. Ztg.)
4. — Über *Vaucheria dichotoma*. (Bot. Ztg.).
5. 1868. Über eigentümliche Einlagerungen oxals. Kalkes (Sitzung naturf. Freunde, Berlin 1867, 15. Okt.), (Bot. Ztg.)
6. 1868. Über den Bau und die Entwicklung der Ernährungsorgane parasitischer Phanerogamen. (Jahrb. wiss. Bot. 6.)
7. 1868. Tentamen bryo-geographiae Algarviae, regni Lusitani provinciae Halis. Habilitationsschrift.
8. 1869. Über die herbstliche Pilzkrankheit der Stubenfliege. Sitzungsb. nat Ges. Halle.
9. 1869. CAVOLINIS Beobachtungen über *Cytinus Hypocistis*. (Bot. Ztg.)

10. 1869. Vorl. Mitteilung über den Bau der Gruppe der Lennoaceae. (Bot. Ztg.)
11. 1870. Bericht über eine Reise ins südliche Portugal. Abh. nat. Ges. Halle 11.
12. 1870. Die Familie der Lennoaceae. Abh. d. nat. Ges. Halle 11.
13. 1871. Über einige geformte Vorkommnisse oxalsauren Kalkes in lebenden Membranen. (Bot. Ztg.)
14. 1874. Über den Bau der Samen in den Familien Rafflesiaceae und Hydnoraceae. (Bot. Ztg.)
15. 1874. Über den Thallus von *Pilostyles Hausknechtii.* (Bot. Ztg.)
16. 1875. Das Haustorium der Loranthaceen und der Thallus der Rafflesiaceen u. Balanophoreen. Abh. nat. Ges. Halle 13.
17. 1878. Die Entwicklung der Blüte bei *Brugmansia Zippelii* und *Aristolochia Clematitis.* (Bot. Ztg.)
18. 1877. Note sur le *Janczewzkia.* (Mém. soc. d. sc. nat. Cherbourg 21.)
19. 1878. Über monocotyle Embryonen mit scheitelbürtigem Vegetationspunkt. (Bot. Ztg.)
20. 1878. Über den Bau von Blüte und Frucht in der Familie der Pandanaceae. (Bot. Ztg.)
21. 1878. Monographia Pandanacearum, Linnaea 8.
22. 1878. Rafflesiaceae (Flora Brasiliensis 77). Lips.
23. 1881. Die Corallineenalgen des Golfes von Neapel. (Fauna u. Flora des Golfes von Neapel IV.) Leipzig.
24. 1882. Die Herkunft, Domestication und Verbreitung des gewöhnlichen Feigenbaumes. Abh. d. Kgl. Ges. d. Wiss. zu Göttingen.
25. 1882. Über das Vorkommen kleistogamer Blüthen in der Familie der Pontederiaceae. (Göttinger Nachrichten; Bot. Ztg. 1883.)
26. 1882. Entwickelung der Geschlechtsfrüchte bei *Corallina.* Verh. bot. Verein Brandenburg 23.
27. 1883. Pontederiaceae. De Candolle Monographiae, Bd. 4.
28. 1883. Zur Geschichte der *Scolecopteris* Zenk. Nachr. d. Kgl. Ges. d. Wiss. Göttingen.
29. 1883. Über die von Beccari auf seiner Reise nach Celebes und Neuguinea gesammelten Pandanaceae. (Ann. Buitenzorg.)
30. 1884. Der botanische Garten zu Buitenzorg. (Bot. Ztg.)
31. 1884. Die Coniferenformen des deutschen Kupferschiefers u. Zechsteins. (Paläont. Abh. v. Dames u. Kayser 2.)
32. 1884. Der Aufbau des Stockes von *Psilotum triquetrum* und dessen Entwicklung aus der Brutknospe. (Ann. jard. bot. d. Buitenzorg.)
33. 1885. Die Geschlechterdifferenzierung bei den Feigenbäumen. (Bot. Ztg.)
34. 1886. *Penicilliopsis clavariaeformis.* Ein neuer javan. Ascomycet. (Ann. jard. bot. d. Buitenzorg.)
35. — *Ustilago Treubii.* (Ebenda.)
36. 1887. Einleitung in die Paläophytologie. Leipzig. (Englische Uebersetzung London 1891.)
37. 1888. Pandanaceae in Engler-Prantl. Die natürl. Pflanzenfamilien.
38. 1889. Anton de Bary. (Bot. Ztg.)
39. — Die Heimat und der Ursprung des kultivierten Melonenbaumes, *Carica Papaya.* (Bot. Ztg.)
40. — *Pandanus Mac Gregorii.* (Bot. Ztg.)
41. 1889. Caricaceae. (Flora Brasiliensis 106.) Lips.

42. — Hydnoraceae in ENGLER-PRANTL. Natürl. Pflanzenfamilien.
43. 1890. Über die Fructification von *Bennettites Gibsonianus* Carr. (Bot. Ztg.)
44. 1890. Die Sproßfolge der *Stangeria* und der übrigen Cycadeen. (Bot. Ztg.)
45. 1891. Über die Species in der Gattung *Rafflesia*, insonderheit über die auf den Philippinen sich findenden Arten. Ann. jard. bot. Buitenzorg.
46. 1891. On the fructification of *Bennettites gibsonianus*. (Annals of Bot. 5.) Übersetzung von Nr. 43.
47. 1892. Über die in den Kalksteinen des Culm von Glätzisch Falkenberg in Schlesien enthaltenen, Struktur bietenden Pflanzenreste. I. Abh. (Bot. Ztg.)
48. 1892. Über die Algengenera *Cymopolia*, *Neomeris* und *Bornetella*. Ann. jard. bot. Buitenzorg.
49. 1892. (mit CAPELLINI) i tronchi di Bennettiteae dei musei italiani. (Mem. acad. Bologna.)
50. 1893. Über die in Kalksteinen des Culm etc. enthaltenen Pflanzenreste II (Bot. Ztg.)
51. 1893. Über die Beobachtungen, die Herr GUSTAV EISEN zu San Francisco an den Smyrnafeigen gemacht hat. (Bot. Ztg.)
52. — Zum 50. Jubiläum der Bot. Ztg. Geschichtlicher Rückblick über die ersten 50 Jahre ihres Bestehens. (Bot. Ztg.)
53. — Cariacaceae in ENGLER-PRANTL, Natürl. Pflanzenfamilien.
54. 1894. Über *Stigmariopsis* Grand' Eury. (Pal. Abb. von DAMES u. KAYSER 6.)
55. 1895. Über devonische Pflanzenreste aus den Lenneschiefern von Gräfrat am Niederrhein. (Jahrb. d. preuß. geol. Landesanstalt 1894.)
56. — Monograph of the Acetabularieae. Transact. Lin. Soc. of London.
57. — *Bowmanites Römeri*, eine neue Sphenophylleen - Fructification. Jahrb d. K. K. geolog. Reichsanstalt 45.
58. 1896. Über die s. Z. von UNGER beschriebenen strukturbietenden Pflanzenreste des Unterculm von Saalfeld in Thüringen. (Abh. Kgl. Preuß. Geolog. Landesanstalt. N. F. Heft 23.)
59. 1897. Über *Exormotheca*, eine wenig bekannte Marchantiaceengattung. (Bot. Ztg.)
60. — *Lilium peregrinum*, eine fast verschollene Lilie. (Bot. Ztg.)
61. — FILIPPO ARENA. (Bot. Ztg., II. Abth.)
62. 1897. Über *Medullosa Leuckarti*. (Bot. Ztg.)
63. — Die Flora von Straßburgs Umgebungen. Festgabe d. D. Apotheker-Vereins Straßburg.
64. — Über die in den Kalksteinen des Culm von Glätzisch Falkenberg in Schlesien enthaltenen strukturbietenden Pflanzenteile III. Abhandlung. (Bot. Ztg.)
65. 1898. Die Entwicklung des Ovulum und des Samens bei *Rafflesia* und *Brugmansia*. (Ann. jard. bot. de Buitenzorg, suppl. II.)
66. 1898. Die Flora von Elsaß-Lothringen in: „Das Reichsland Elsaß-Lothringen".
67. 1899. (mit STEINMANN.) Das Auftreten und die Flora der rhätischen Kohlenschichten von La Ternera (Chile). (Neues Jahrb. f. Mineral., Beilageb. 12.)
68. 1899. Die Marchantiaceae Cleveideae und ihre Verbreitung. (Bot. Ztg.)
69. 1899. Über das Genus *Pleuromeia*. (Bot. Ztg.)

70. 1899. Weizen und Tulpe und deren Geschichte. Leipzig.
71. 1900. Cruciferenstudien I.: *Capsella Hegeri.* (Bot. Ztg.)
72. 1901. Cruciferenstudien II: Über die Arten des Genus *Aethionema*, die Schließfrüchte hervorbringen. (Bot. Ztg.)
73. 1901. Über die in der Oase Biskra und in deren nächster Umgebung wachsenden spiroloben Chenopodeen I. (Bot. Ztg.)
74. 1901. Rafflesiaceae in ENGLERs Pflanzenreich.
75. 1901. Hydnoraceae. (ENGLER, das Pflanzenreich, Heft 5.)
76. — Die Vegetation des Jura (Mitt. Philom. Ges. in Els.-Lothr.) 2.
77. 1902. *Isoetes lacustris*, seine Verzweigung und sein Vorkommen in den Seen des Schwarzwaldes und der Vogesen. (Bot. Ztg.)
78. 1903. Cruciferenstudien III: *Rapistrella ramosissima* und die Beziehungen der Rapistreae und Brassiceae zueinander. (Bot. Ztg.)
79. 1904. Die strukturbietenden Pflanzengesteine von Franz Josefs Land. (Svensk. vetensk. Akad. Handl. 37.)
80. — Über die Schicksale der als *Psaronius brasiliensis* beschriebenen Fossilreste unserer Museen. (Festschr. z. 70. Geburtstage ASCHERSONS.)
81. 1905. Die leitenden Gesichtspunkte einer allgemeinen Pflanzengeographie. Leipzig.
82. 1906. Cruciferenstudien IV: Die Varianten der Embryolage. (Bot. Ztg.)
83 1906. Die Bedeutung der Paläontologie für die systematische Botanik. Mitt. d. philom. Gesellsch. in Elsaß-Lothr. 3.
84. 1907. Unsere Erdbeeren und ihre Geschichte. (Bot. Ztg.)
85. — Über eine kleine Suite hochandiner Pflanzen aus Bolivia, die Professor STEINMANN von seiner Reise im Jahre 1903 mitgebracht hat.
86. 1909. Über die in der Oase Biskra etc. wachsenden spiroloben Chenepodiaceen II. Zeitschr. f. Bot. 1.
87. 1909. Rede gehalten zur Geburtstagsfeier DARWINs. (Mitt. Philom. Ges. in Els.-Lothr. 4.)
88. 1909. Über eine neue Species der Gattung *Rafflesia.* (Ann. jard. bot. d. Buitenzorg, 3 supl.)
89. 1910. Über die in den Kalksteinen des Culm in Glätzisch Falkenberg in Schlesien enthaltenen strukturbietenden Pflanzenteile. IV. Abhandlung. Ztsch. f. Bot. 2.
90. 1911. Der tiefschwarze *Psaronius Haidingeri* von Manebach in Thür. Zeitschr. f. Bot. 3.
91. — ANTON DOHRN. Ber. d. D. bot. Ges. 28.
92. 1913. *Tietea singularis.* Ein neuer fossiler Pteridinenstamm aus Brasilien. Zeitschr. f. Bot. 5.
93. 1914. Über *Dichorisandra undata.* Engl. Bot. Jahrb. 50.
94. — *Sapria himalayana* und ihre Beziehungen zu *Richthofenia siamensis*. Engl. Bot. Jahrbücher 50. Beih.
95. — Zierpflanzen in Handwörterbuch der Naturwiss. Jena.

Verzeichnis der Pflanzennamen
(einschließlich einiger Tiernamen).

Abies alba 493, 497.
Acacia sphaerocephala 517
Achimenes longiflora 401, 402.
Actinostemma paniculata 404.
Adesmia 470.
Adhadota cydoniaefolia 403.
Adiantum 407.
Aegylops seu festuca Pliniana 19.
Agaricus fusipes 414.
— *spec.* 414.
— *torminosus* 516.
Agrimonia 200, 201, 202.
— *Eupatoria* 199, 200, Abb. 1.
Agrostemma 390, 392, 398.
— *Githago* 14, 390, 391, 393, 396—398, 408.
Ahorn 484.
Akebia quinata 403.
Alchemilla vulgaris 199.
Algen 488, 490, 492.
Alliaria officinalis 200.
Allosurus 407.
Alnus glutinosa 180, 195.
Alocasia Veitchii 521.
Alsineen 95.
Amanita muscaria var. *regalis* 510.
— *phalloides* 511.
— *rubescens* 511.
Amanitopsis plumbea 414.
Ampelopsis quinquefolia 404.
Anacardiaceae 129.
Andromeda polifolia 196.
Aneimia 407.
Anthoxanthum 277.
Anthurium 406.
— *acaule* 521.
— *Kellermanni* 406.
Aphanochaete 428, 432, 434, 440.
Aphanothece 52, 53, 56.
Aphanothece caldariorum Rchtr. 52.
Apios tuberosa 403.
Apium graveolens 401, 402.
Apodantheae 468, 477.
Apodanthes 468, 469, 477.
— *Blanchetii* 471.
— *calliandrae* 472, 474.
— *caseariae* 468, 475, 476, 477.
— *flacourtiae* 468.
— *globosa* 471.
— *mexicana* 472.
— *Pringlei* 470.
— *surinamensis* 468.
Arabis 75.
Araceen 518, 519.
Arbutus unedo 3.
Arenaria ciliata 94, 95.
— *serpyllifolia* 93, 95.
Armeria vulgaris 401.
Arrhenatherum 316, 317. 320—323.
— *elatius* (*L.*) *M.* 316, 317, 318, Abb. 1, 320, 322, 323.
Artemisia 10.
Arum 522—524, 526, 528, 531, 538, 584.
— *brasilicum* 520.
— *Dracunculus* 520, 521, 523.
— *divaricatum* 520.
— *esculentum* 520.
— *fornicatum* 520.
— *italicum* 518, 520, 521, 523, 528, 529, 531.
— *maculatum* 518, 520, 521, 528.
— *orixense* 520.
— *pedatum* 520.
— *pictum* 520.
— *sagittifolium* 520.
— *trifoliatum* 520.
Ascobolus 299.
Ascomyceten 414, 469.

Aspidium 407.
Asplenium 407.
Astragalus 470.
Atriplex canescens 8.
— *lentiformis* 8,
Avena 14, 15, 16, 321, 390, 395, 396.
— *fatua* 13, 14, 15, 18, 19.
— *nuda* 19.
— *orientalis* 15, 18.
— *sativa* 14, 15, 17, 19, 316, 392, 394, 395, 398.
— *sylvestris seu nigra cuius grana paulo longiora crassioraque sunt avenae sativae, ac ex rubro nigricantia* 19.
Azalea indica 339, 340.

Bacillariales 487, 490.
Bacillus subtilis 376.
Bacterien 96, 104.
Bacterium tumefaciens 96, 97, 98, 99, 101, 104, 105, 106, 107.
Bakterien 342, 440.
Ballote 484.
Bambuseae 276, 278.
Bambusa Blumeana 278.
Basidiomyceten 414.
Bauhinia 470, 471, 475, 476.
— *lunarioides* 471.
Berberis 246.
Berlinia 470.
— *Eminii* 470.
— *paniculata* 470.
Beta vulgaris 394.
Betken 510.
Betula nana 197.
— *pubescens* 195.
Bidens tripartitus 392.
Bignonia radicans 519.
Biota 423.
Birkenreizker 515.
Blaualgen 440.
Blutberberitze 344.
Blutbirke 344.
Blutbuche 344.
Bluthasel 344.
Bohnen 335.
Boletus sanguineus 414.
Bombax 129.
— *balanoides* 129.
Botrydiopsis 490, 491.
— *oleacea* 490
Brassica 397.
— *Napus* 394, 396, 397
Briza media 276.
Bruguiera gymnorrhiza 9.
Bryonia alba 404.
Bryophyllum calycinum 63.
— *crenatum* 63.
Bryopsis 343.
Bumilleriopsis 491.
Butea frondosa 6.
Butomus umbellatus 82.

Cactus grandiflorus 519.
Caesalpinioideae 470.
Caladium bicolor 520.
— *helleborifolium* 520.
— *tripartitum* 520.
— *viviparum* 520.
Calla aethiopica 520, 521.
Calliandra 470, 472, 473, 475, 476.
— *brevipes* 472, 474.
— *catingae* 472, 474, 476.
— *cylindrocarpa* 472.
— *grandiflora* 472.
— *leptopoda* 472, 474, 476.
Calluna 192.
— *vulgaris* 192.
Camelina sativa 13.
„Canaigre“ 38, 40, 42, 43, 44.
Cannabis 398.
— *sativa* 397, 408.
Cantharellus cibarius 515
Carapa procera 129.
Carex 194.
— *chordorrhiza* 197.
— *filiformis* 195.
— *globularis* 197.
— *heleonastes* 193, 197.
— *lasiocarpa* 197
— *limosa* 196, 197.
— *loliacea* 197.
— *paniculata* 194.
— *pauciflora* 197.
— *rostrata* 194, 197.
— *tenella* 197.
Caryophyllaceen 91, 220.
Cascara 42, 43.

Casearia 469.
Castilloa 128.
— *elastica* 128.
Catasetum 24.
Caulerpa 343.
— *plumaris* 343, 344.
— *prolifera* 343.
Caulotretus 471.
Cecropia 129.
Ceiba 129.
Celastrus scandens 403.
Centranthus macrosiphon 220, 229, 231.
Centritractus 491.
Cerastium arvens esubsp. arvum Correns 93, 94, 95.
Cereus grandiflorus 519.
— *pteranthus* 519.
Ceropegia africana 403.
Chamaedaphne calyculata 183, 197.
Champignons 518.
Chara 410, 411, 412.
— *foetida* 411.
Characeen 341, 412.
Characiopsis 491, 492.
Characium 491.
Chenopodium 14.
— *album* 14.
Chironia peduncularis 199.
Chlamydomonas 433, 437, 442.
— *nivalis* 431.
Chloris 228, 232.
— *ciliata* 203, 218, 228.
Chlorobotrydaceae 491.
Chlorobotrydeae 491.
Chlorobotrydinae 491.
Chlorobotrys 491.
Chlorophyceae 442, 490, 491.
Chlorotheciaceae 492.
Chlorothecium 492.
Chroococcaceen 56.
Chroococcus 51, 53, 57.
Chrysanthemum frutescens 96, 98, 101.
Chrysidiastrum 429.
Chrysocrinus 429.
Chrysophyceen 490.
Chrysophyta 490.
Chrysostephanosphaera 429.
Chrysothylakion 429.
Clarkia 212, 214.
— *elegans* 205, 209, 212, 220, 229, 230.
— *pulchella* 205, 209, 212, 213, 220, 229, 231.
Clematis 404, 408.
— *coccinea* 405.
— *hybrida* „*Duke of Edinbourg* 404.
— *hybrida* „*Lasurstern*" 404, 445.
— *hybr.* „*Lucie Lemoine*" 405.
— *Jackmanni* 404, 405.
— *lanuginosa* 405.
— *paniculata* 405.
— *tubulosa* 404, 405.
— *vitalba* 405.
— *viticella kermesina* 404.
Clitocybe sp. 414.
Cocos nucifera 289.
Coleus 537.
— *hybridus* 536.
Colocasia 522, 525, 526, 527, 533, 534, 535.
— *odora* 520, 521, 522, 523, 528.
Coniferen 492.
Convallaria 139.
Convolvulus pubescens 403.
— *tricolor* 403.
Coprinus 298.
Corallorrhiza 272.
Cordia 129, 132.
Cortinarius obtusus 414.
Crassulaceen 81.
Crucibulum 288.
— *vulgare* 288, 299, 300.
Cruciferen 81.
Cucurbita melopepo 519.
— *Pepo* 404.
Cuscuta 402, 408.
Cyanophyceen 415.
Cyathus 288, 294, 299.
— *striatus* 288, 289, 290, 292, 293, 294, 300.
Cycadeen 129, 519, 529.
Cyclanthera pedata 404.
Cyphomandra 132.

Dalea 471.
— *Emoryi* 470.
— *frutescens* 470.
„*Darrgras*" 274.
Daucus Carota 292.
Desmidiaceen 440.
Desmodium 409.

Dianthus barbatus 92.
— *Carthusianorum* 95.
— *Caryophyllus subsp. silvester* 94, 95.
— *deltoides* 93, 95.
Diatomeen 440, 502.
Dictamnus fraxinella Pers. 442, 446.
— *generalis* 446.
Dictyoloma 131.
Digitalis ambigua 372.
— *lutea* 220, 229, 231, 372.
— *purpurea* 218.
Dinamoeba 429.
Dionaea, 448, Abb. 1, 2, 449, Abb. 3, 450.
— *muscipula* 447, 450.
Dioscorea villosa 403.
Diptam 442.
Dipterocarpaceen 354.
Dipterocarpus 348, 356, 357, 360, 361
— *grandiflorus* 349—352, 355, 357—358, 361, 364—366.
— *retusus* 349, 351 356, 360, 362.
— *Spanoghei* 358.
— *Zeylanicus* 348, 352, 361.
Distichlis spicata 8.
Doodya 407.
Draparnaudia 428, 431, 432, 435, 436, 437, 440, 441.
Drosera anglica 196.
— *intermedia* 183, 196.
Dryas octopetala 3.

Ecballium Elaterium Rich. 20.
Elodea 301, 302, 303—305, 307, 308, 311—313, 345.
„*Emmer, aegyptischer*“ 238.
Empetrum nigrum 195, 196.
Endomyces vernalis 388.
Epilobium 212, 216, 232.
— *angustifolium* 220.
— *hirsutum* 205, 206, 210, 218, 220 232.
— *roseum* Schreb. 205, 206, 210, 218, 220, 232.
— *parviflorum* 218.
Epilobium-Typus 210, 211.
Epipogon 272.
Erbsen 385.
Eremosphaera 491.
Ericaceae 192.
Erica tetralix 197.
Eriophorum alpinum 197.
— *vaginatum* 195.
Euphorbia 75.
Eurotium 299.
Exoascus 246.
— *Cerasi* 122, 246, 247, Abb. 1, 248, Abb. 2.
— *turgidus* 121, 128.

Fahnenhafer 16, 18.
Feuerbohne 324.
Ficus 406.
Filipendula Ulmaria 199.
Flacourtia 469.
Flacourtiaceae 469.
„*Flagellaten*“ 429, 440, 490.
Flughafer 16, 19.
Forcliella perforans Chod. 51.
Fragaria vesca 199.
Frangula 42, 43.
Friedrichswerther Mammuth Wintergerste 482.
Fucaceen 341.
Fuchsia 100, 103.
Fusicladium 164.
— *dendriticum* 164.

Galium 14.
— *Aparine* 14.
— *spurium* 14.
Galactia Jussiaeana 472, 473, 476, 477.
Gentianaceae 220.
Gentiana cruciata 220, 229, 231.
— *lutea* 220.
— *verna* 220.
Geranium pusillum 81.
Gesneriaceae 220, 228.
Geum 224, 226, 228, 232.
— *urbanum* 220, 224, 228.
Giftreizker 514, 515.
Giftige Speiseschwämme 515.
Glechoma hederacea 199, 201.
Gloeocapsa 46, 50, 52, 53, 57.
— *atrata (Turp.) Ktz.* 50.
— *sanguinea (Ag.) Ktz.* 51, 56.
Gloxinia, 226, 227, 228, 232.
— *hybrida* 228.

Gomontia 48.
Gongrosira codiolifera Chod. 51.
Gramineae 228.
Grünalgen 427, 434, 436, 437, 440, 502.
Grünlinge 513.
Grünpilze 513.
Grünreizker 510, 512, 513, 515.
Guttiferae 220, 228
Gymnodinium 430.

Haematococcus 431.
Hafer Beseler II. 482.
Haferpflanzen 483.
Halesia 359.
Halosphaera 488, 489, 490, 491, 492.
Halosphaeraceae 491.
Halosphaereae 491.
Hedera 406.
— *helix* 202, 372, 406.
— *sagittifolia* 406.
Hederich 484.
Heines Kolben Sommer-Weizen 482.
Helianthemum vulgare 410.
Helianthus 390, 398, 452.
— *annuus* 392, 394, 397.
Heliosperma alpestre 94, 95.
Helvella crispa 414.
Heterochloridales 430.
Heterococcales 491.
Heterokontae 490, 491.
Heterolagynion 429
Heuchera caulescens 401, 402.
Hevea 129.
Hierochloe 276, 277.
— *australis* 274, 278.
— *borealis* 274, 277.
— *odorata* 274, 275, Abb 1, 276, 277, 278.
Hippophae rhamnoides 188.
Hippuris 345.
Hordeum 277, 321.
— *vulgare* 392, 395, 398.
Hoya carnosa 403.
Humulus Lupulus 403.
Hyprocharis 308.
Hydrocotyle vulgaris 197.
Hydrolea spinosa 372, 373.
Hydrophyllaceae 206, 214, 220, 372.
Hygrophorus conicus 414.
Hypericum 221, 226, 228, 282.
— *perforatum* 220, 221, 224, 228.
Hypolepis 407.

Inga 470, 472.
— *microcoma* 129.
Ipomoea purpurea 403.
Juncaceae 277.

Kartoffel 100.
Kittnauer Wechsel-Weizen 482.
Klee, 484.
Knollenblätterschwamm, grüne 513, 515.
Königsfliegenpilz 510.
Kornrade 14.
Kurki, 515.

Lactaria 510, 515.
— *cilicioides* 515.
— *deliciosa* 515.
— *torminosa* 509, 510, 514, 515.
Laminaria 343.
— *saccharina* 342.
Laminariaceen 342, 343.
Ledum palustre 195—197.
Leguminosae 129.
Leptopuccinia 91, 92.
Levkoim 335.
Linaria cymbalaria 410.
Linum 73
— *alpinum* 73, 74, 75.
— *austriacum* 73, 74.
— *campanulatum* 74.
— *capitatum* 74.
— *catharticum* 73, 74.
— *flavum* 74.
— *Lewisii* 74.
— *marginale* 73.
— *maritimum* 74.
— *narbonense* 73, 74.
— *nodiflorum* 73.
— *perenne* 73.
— *sativum* 392.
— *sibiricum* 74.
— *strictum* 73—75.
— *tenuifolium* 73—75.
— *usitatissimum* 13, 73, 74, 394, 396, 397,
Lonicera sempervirens 403.

Lophospermum 402, 408.
— *scandens* 404, 405.
Lupinus albus 394, 402,
Lychnis Flos Cuculi 94, 95.
Lygodium volubile 407.
Lyonsia straminea 408.
Lythraceae 220.
Lythrum 232.
— *Salicaria* 218, 220, 229, 230.

Mabea 132.
Macrolobium acaciaefolium Bth. 128.
Malachium aquaticum Fries 92.
„*Mariengras*" 274.
Marsilia 407.
Mastigocoleus 48.
Maurandia semperflorens 404.
Medicago sativa 106.
Melampsora 74.
— *Euphorbiae* 75.
— *Helioscopiae* Pers. 73.
— *Lini* 73, 75.
— *Lini* var. *liniperda* 73.
var. *major* 73.
— *liniperda* (Körnicke) *Palm* 73.
Melampsorella Caryophyllacearum 120, 123, 245.
Melampyrum 272.
Melandryum dioecum 94, 95.
— *rubrum* Garcke 92.
Menispermum canadense 403.
„*Mesquite*" 8.
Micania scandens 403.
Mimosa 409, 470—472, 474—476.
— *Claussenii* 474.
— *cyclophylla* 473, 474.
— *incana* 474.
— *polycarpa* 474, 475, 476.
— *pyrenea* 475.
— *setosissima* 473, 474.
— *tomentosa* 474.
— *Ulei* 474.
Mirabilis 337, 338, 346.
— *Jalapa* 381.
Moehringia muscosa 93, 94, 95.
— *trinervia* 92—95.
Molinia 195.
Monodus 491, 492.
— *amicimei* 492.
Monotropa 272.
Monstera 524—526, 531—534.
— *deliciosa* 521—523, 528, 529, 535.
— *Lennea* 521.
Mucor spec. 414.
Mumienweizen, aegyptischer 234.
Mutinus caninus 414.
Myrica Gale 183, 197, 198.
Myristicaceen 129.
Myxomyceten 415.

Nackthafer 19.
Nelumbo nucifera 519.
Nemophila insignis 372.
Neurogramme 407.
Nicotiana Tabacum 220, 229, 231.
Nidularia 288, 292.
Nidulariaceen 288, 289, 291, 299.
Nigella damascena 220, 229, 230.
— *sativa* 220, 229, 230.
Nitella 411.
Nuphar 501, 502, 507.
— *luteum* 499, 500, 501, 502, 503, 507.
Nymphaea 500, 502, 507.
— *alba* 499, 500, 501, 503, 504, 507, 519.
— *blanda* 519.
Nymphaeaceen 500.

Oenothera 228, 232, 461.
— *ammophila* 205, 209, 212.
— *biennis* 211, 212, 218, 228.
— *biennis L. f. grandiflora* 205, 208.
f. parviflora 205, 208.
— *caespitosa* 205, 207, 212.
— *glauca* 205, 207, 212.
— *grandiflora* 211, 212.
— *Lamarckiana* 462, 463, 464, 466, 467.
— „ *mut. nanella* 462, 467
— *Lamarckiana* × *O. nanella* 463, 465, 467.
— *lata* 466.
— *nanella* 462, 464, 466, 467.
— *parviflora* 212.
— *rosea* 205, 209, 212.
Oenotheraceae 205, 210, 220, 228.
Oidium pullulans 388.
Oleander 100.
Omorica-Fichte 497, 498.
Ophiocytium 492.

Orontium japonicum 521.
Oryza 277.
— *sativa* 278.
Oscillaria 435.
Ostreobium 48.
Oxalis 409.
— *latifolia* 401.
— *stricta* 401.

Paeonia officinalis 519.
Palmen 519.
Pancratium maritimum 519
Pandanaceen 519.
Panicum 390.
— *miliaceum* 392, 395, 397.
Papaver somniferum 391, 396, 519.
Papilionatae 470, 471.
Papilionaceae 347.
Pappeln 343.
Paris 267, 271.
— *quadrifolia* 265.
Parkinsonia 6.
Parnassia palustvis 82.
Parosela Cav. 471.
— *canescens* 471.
— *formosa* 471.
— *hospes* 470.
— *leucostoma* 471.
— *microphylla* 471.
— *tuberculata* 471.
Passiflora coerulea 404.
— *gracilis* 404.
Pauletia 471.
Pelargonium 100, 101, 104, 105, 107.
— *zonale* 401, 536.
Penicillium 299.
Pentalonema 52.
— *crustaceum* (Ag.) Kirchn. 51.
Peridermium Pini 417.
Periploca graeca 403.
Perlpilze 510, 512.
Peroniella 492
Petkuser Sommer-Roggen 482.
— *Winter-Roggen* 482.
Peziza aurantiaca 414.
Pfifferlinge 515.
Phacelia 214, 215, 367, 369, 370—372.
— *campanularia* 372.
— *congesta* 372.
— *congesta albida* 372.
Phacelia grandiflora 372.
— *Parryi* 372.
— *tanacetifolia* 206, 208, 214, 215, 220, 229, 231, 367—372.
— *texana* 372.
Phalaris canariensis 395.
Pharus glaber 278.
Phaseolus 328, 335.
— *multiflorus* 324—326, 328—336, 338, 345—347, 392, 394, 399, 408.
— *vulgaris* 325, 328, 333—335, 392.
— *vulgaris f. angustifolia* 328.
— *vulgaris nanus* 334.
Philodendron 406, 522, 525—526, 532—535.
— *albovaginatum* 521.
— *bipinnatifidum* 521.
— *Imbe* 406.
— *macrophyllum* 521.
— *melanochrysum* 521.
— *pinnatifidum* 520—523.
Phycomyces 389.
— *nitens* 410.
Phycomyceten 414.
Phyllanthus 130, 131.
— *grandifolius L.* 131.
Phyllocactus 378.
Phyllonoma integerrima Loes. 130.
Picea excelsa 493, 497.
— *omorica* 493, 496, 497.
Pilostyles 468—473, 475—477.
— *aethiopica* 469, 470.
— *Berterii* 470.
— *Blanchetii* 470, 471—473, 476.
— *brasiliensis* 471.
— *calliandrae* 472, 474, 476.
— *caulotreti* 471, 473.
— *Cavillei* 471.
— *galactiae* 472, 473, 476.
— *globosa* 471.
— *glomerata* 471.
— *gogazensis* Ule 471, 473, 475.
— *Haussknechtii* 469, 470, 475.
— *Holtzii* 469, 470.
— *ingae* 470, 472, 473—475.
— *mexicana* 472.
— *Palmeri* 471.
— *Pringlei* 470.
— *sessilis* 471.
— *Thurberi* 470, 471.

Pilostyles Ulei 473—476.
Pinus 418, 420, 423.
— canariensis 416, 422, 423.
— longifolia Roxb. 416, 419, 422, 423.
— Pinea 423.
— strobus 492.
Pirola 272
Plantaginaceae 220.
Plantago 200.
— media 220.
Plectranthns glaucocalyx 401, 402.
Plicaria cervina 414.
— spec. 414.
Polyanthes tuberosa 519.
Polychloris 491.
Polygonum 18.
— Convolvulus 14.
— lapathifolium 14.
— Persicaria 14.
Polystichum 407.
Polgtrichum strictum 196.
Potamogeton crispus 345.
Potentilla 199.
— anserina 199, 202.
— reptans 199, 202.
Pothos 406.
— cordifolia 520.
— crassinervis 520.
— digitata 520.
— lanceolata 520.
— violacea 520, 521.
Prosopis 6, 7.
— glandulosa 8.
— pubescens 8.
— velutina 5.
Protococcales 491.
Psalliota campestris 414.
Pseudima 130.
Pseutetraedron 491.
Pteris 153, 407.
Puccinia Arenariae 91, 95.
— Arrhenatheri 246.
— Spergulae 95.
Pyronema confluens 297.

Quercus 114, 117.

Rafflesiaceen 468, 469, 475, 476, 478.
Ranunculaceae 220, 228.
Ranunculus 222, 223
Ranunculus sceleratus 217, 218, 228, 370.
Ravenelia 469.
Reizker 510, 515, 516.
Reizker, giftiger 510.
Reizker, grüne 511, 512.
Reizker, zottiger 515.
Retinispora 423.
Rhabarber 37.
Rhamnus Frangula 195.
Rheum 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44.
Rhizaster 429.
Rhizochloridinae 430.
Rhizochrysidinae 430.
Rhizochrysis 429.
Rhizodininae 430
Rhynchospora alba 195.
— fusca 197.
Ribes 75, 76 Abb. 1, 77, 90, 91, 418.
— alpinum 76 Abb. 1, 77, 78.
— aureum 77 Abb. 1, 78, 89, 90, 91.
— Gordonianum 77, Abb. 1, 78, 89, 91.
— Grossularia 77, Abb. 1, 78, 84, Abb. 3, 85, 86, 89—91.
— malvaceum 77 Abb. 1, 78, 87 Abb. 4, 88, 91.
— nigrum 77 Abb. 1, 78, 86—91.
— orientale 77 Abb. 1, 78, 87, 90.
— rubrum 76, 77 Abb. 1, 78, 79 Abb. 2, 81. 82, 83, 84, 86, 90, 91.
— sanguineum 77 Abb. 1, 78, 82, 88, 89, 90, 91.
— sanguineum × aureum 78, 89.
— spec. 77 Abb. 1, 78, 87, 91.
Ricinus 390.
— communis 392.
Rimpaus Roter Schlanstedter Weizen 482
Rispenhafer 16, 17, 19.
Roggen 484.
Rosaceae 220, 228.
Rosa centifolia 519.
Rotreizker 512.
Rubus chamaemorus 183, 194, 197.
Rumex hymenosepalus Torr. 37, 38, 39.
Russula 510.
Russula aeruginosa 414
— cyanoxantha 510.
— depallens 510, 512.
— vesca 510.
— virescens 510.
Rudze 515

Sagina nivalis 93, 94, 95.
— *procumbens* 92.
— *saginoides* 94, 95.
— *spec.* 93, 94, 95.
Salix Lapponum 195, 197.
— *myrtilloides* 195.
Sanguisorba 200—202
— *minor* 199, 200, Abb. 2.
— *officinalis* 199.
Sapindaceae 129, 130.
Saprolegnia mixta 298.
Sarothamnus 188.
Sauromatum 523, 526.
— *guttatum* 521.
Saxifraga 81, 200.
— *Burseriana* 81.
— *rotundifolia* 199.
Saxifragaceae 130.
Scenedesmus 437.
Scheuchzeria palustris 196.
Schismatoglottis latifolia 521.
Schizolobium 129.
— *excelsum* 129
Schizophyceen 56.
Sciadiaceae 492.
Sciadiinae 492.
Sciadium 492.
Scitamineen 519.
Scolopendrium 153.
Scrophularia 232.
— *nodosa* 218, 220, 229, 231.
Scrophulariaceae 206, 215, 220.
Scyphonychium 130.
Scytonema 52, 53, 56, 57.
— *myochrous* 51.
Secale cereale 395.
Sedum album 81.
— *alpestre* 81.
— *boreale* 81.
— *Eversii* 82.
— *rupestre* 81.
— *Telephium* 82.
Seerose, weiße 500.
Selaginella 484.
— *Martensii* 407.
Sempervivum globiferum 82.
— *Heuffeli* 81.
Sequoia 495, 496, 497, 498.
— *sempervirens* 493, 494, 495, 497.
Setaria 395.
Shorea stipularis 348, 355, 356, 357, 361, 365.
Sicyos angulata 404
Silene dichotoma 392.
— *gallica* 220, 229, 230.
— *inflata* 92.
Sileneen 95.
Silphium Hornemanni 401, 402.
Silybum Marianum 392.
Sinapis 390.
— *alba* 398.
Sinningia 226.
— *speciosa* 220, 226.
— *tubiflora* 401.
Siphoneen 348.
Sohnreyia excelsa Krause 131. 132.
Solanum 132.
Solanaceae 220.
Sorghum 395.
— *vulgare* 395, 397.
Spelz, aegyptischer 239.
Spergula arvensis 92, 94, 95.
Sphacelotheca 319.
Sphagnum balticum 197.
— *cuspidatum* 196.
— *fuscum* 196.
— *molluscum* 196.
— *recurvum* 196.
— *rubellum* 196
„Spritzgurke" 20.
Steinpilze 512.
Stellaria aquatica 93, 94, 95.
— *graminea* 94, 95.
— *holostea* 92
— *media* 92, 93, 95.
— *uliginosa* 94. 95.
Stigeoclonium 431, 434, 435, 436, 437, 440, 441.
Stipa tenacissima 10.
Streptochaete 276.
— *brasiliensis* 278.
Streptogyne crinita 278.
Svalöfs Extra Squarhead II. 482.
Syringa 304.
— *vulgaris* 401, 402.

Tachigalia formicarum 129.
— *spicata* 129.
Talisia cerasina 129.
— *princeps Oliv.* 130.

Täublinge 510.
Taxus 153.
— *baccata* 151.
Tecoma jasminoides 403.
Tectona grandis 6.
Tetraspora 428, 431—434, 440—442.
Theobroma 131, 132.
— *cacao L.* 131. 132.
— *Spruceana* Bern. 132.
Thladiantha dubia 404.
Thuja 115, 253, 256, 257, 264, 281, 282, 423.
Toulicia reticulata 129.
Tradescantia virginica 305, 308.
— *viridis* 311.
— *zebrina* 308.
Trentepohlia 48, 52.
— *umbrina Mart.* 48.
Tribonema 491.
Tricholoma equestre 513.
— *portentosum* 510.
— *terreum* 510.
Trichoscypha Oddoni 129.
Triticum 321, 322.
— *compactum* 234.
— *compactum globiforme* 284.
— *dicoccoides* 233, 234, 236, 237
— *dicoccoides* var. *Kotschyana* 236, 237, 242, *Taf. VI, Fig.* 4.
— *dicoccoides* var. *Straussianum* 236, 237, 242, *Taf. VI, Fig.* 3.
— *dicoccum* 12, 233—235, 239, 241.
— *dicoccum form. aegyptiaca rufa* 240.
— *dicoccum farrum* 235, 236, 237, 239, 240—242, *Taf. VI. Fig.* 1.
— *dicoccum farrum album* 241.
— *dicoccum farrum album* × *dicoccum serbicum album* 242, *Taf. VI. Fig.* 8.
— *dicoccum forma Haussknechtiana* 236, 237, 239, 240. 242, *Taf. VI. Fig.* 2.
— *dicoccum rufum* 238—240.
— *dicoccum forma serbica* 235, 240, 241.
— *dicoccum forma serbica subf. alba* 240, 241, 242, *Taf. VI, Fig* 7.
— *dicoccum forma serbica subf. rufa* 240.
— *dicoccum tricoccum* 238, 239, 242, *Taf. VI, Fig.* 5, 6.
— *durum* 284.
— *monococcum Hornemanni* 238.
— *Spelta* 12, 284.
— *tricoccum* 239.
— *turgidum* 234.
— *vulgare* 12, 233, 234, 241, 395, 396, 398.
var. *Kotschyana* 233.
var. *Straussiana* 233.
Tropaeolum 404.
— *aduncum* 404, 405.
— *Lobbianum* 404, 405
Tsuga canadensis 138, *Fig.* 1, 139.
Tunica prolifera 94. 95.
„*Türckischer Haber*“ 19.

Ulmaria pentapetala 199.
Ulothrix 436, 491.
— *zonata* 436.
Ungarischer Hafer 19.
Uredineen 469.
Urtica dioica 537.
Uruguayhafer 479, 480, 482, 484. 486.
Ustilagineen 469.
Ustilago 317, 319.
— *Arrhenatheri* 317, 318, Abb. 1, 319, 320—323.
— *Avenae* 316, 317, 320, 321.
— *Carbo* 316, 319, 321, 322.
— *dura* 323.
— *Hordei* 321.
— *levis* 316, 317, 320, 321.
— *nuda* 321
— *Panici-miliacei* 321.
— *perennans* 316, 317, 318, Abb. 1, 319, 320—322.
— *Tritici* 321.

Vaccaria 398.
— *parviflora* 392, 394, 397, 398.
Vaccinium uliginosum 195, 196.
Valeriana officinalis 199.
Valerianaceae 220.
Vallisneria 307, 308, 311.
Vanilla aromatica 406.
Vaucheria 427.
Venturia 164, 165.
— *inaequalis* (*Cook.*) 164.
Verbascum 282.
— *thapsiforme* 206, 207, 215, 216, 218.
— *Thapsus* 220, 229, 231.

Verbena bracteata 220.
Verbenaceae 220.
Veronica 336, 337.
— *longifolia* 206, 207, 215, 337.
— *virginica* 220.
Viburnum opulus 372.
Vicia Faba 13, 394.
— *sativa* 392.
Victoria regia 519.
Virola 129.
Vitis Labrusca 404.
Volvocales 441.

Waldhimbeere 484.
Welnionki 515.
Winterroggen 484.
Winterweizen, aegyptischer 239.
Wistaria polystachya 403.

Xanthocapsa Nägeli 46.

Zea Mays 395.
Zizyphus 7.

Limax 431

Mitgliederliste.

(Abgeschlossen am 15. April 1916.)

Ehrenpräsident.

S. Schwendener, Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik und Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin W 10**, Matthäikirchstraße 28.

Ehrenmitglieder.

Bower, F. O., Professor der Botanik an der Universität in **Glasgow**, 1. Hillhead, St. Johns Terrace. Erwählt am 12. September 1907.

Famincyn, A., emer. Professor der Botanik, Mitglied der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in **St. Petersburg**, Wassiliew Ostrow, 7te Linie 2. Erwählt am 1. Dezember 1903.

Nathorst, Dr. **Alfred G.**, Professor und Direktor des Phytopaläontologischen Museums, Mitglied der Kgl. Schwed. Akademie der Wissenschaften in **Vetenskapsakademien**, Schweden. Erwählt am 12. September 1907.

Nawashin, Dr. **S.**, Professor der Botanik in **Swjatoschino**, Gouv. Kiew. Erwählt am 12. September 1907.

Prain, Dr. **David**, Direktor der Botanischen Gärten in **Kew** bei London. Erwählt am 12. September 1907.

Thaxter, Dr. **Roland**, Professor der Botanik an der Harvard-Universität in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.), 7 Scott-Str. Erwählt am 12. September 1907.

de Vries, Dr. **Hugo**, Professor der Botanik an der Universität in **Amsterdam**, Parklaan 9. Erwählt am 24. September 1891.

Warming, Dr. **Eug.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Museums, Mitglied der Königl. Akademie der Wissenschaften in **Kopenhagen-Valby**, Bjerregaardsvej 5. Erwählt am 24. September 1891.

Winogradsky, Dr. **Sergius**, in **St. Petersburg**, Kaiserl. Institut für experimentelle Medizin. Erwählt am 12. September 1907.

Korrespondierende Mitglieder.

Andersson, Dr. **Gunnar,** Professor in **Djursholm** bei Stockholm.

Balfour, J. Bailey, Professor der Botanik an der Universität in **Edinburg.**

Beccari, Odoardo, vordem Direktor des Botanischen Gartens und Botanischen Museums in Florenz, z. Z. in **Baudino** bei Florenz, Villa Beccari.

Beijerinck, Dr. **M. W.,** Professor am Polytechnikum in **Delft** (Holland).

Bonnier, Dr. **Gaston,** Mitglied des *Institut de France*, *Professor* der Botanik an der Universität in **Paris,** Rue d'Estrapade 15.

Briquet, Dr. **John,** Direktor des Botanischen Gartens in **Genf.**

Brotherus, Dr. **Viktor Ferdinand,** Professor in **Helsingfors.**

de Candolle, Casimir, in **Genf.**

Cavara, Dr. **Fr.,** Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Neapel.**

Chodat, Dr. **Robert,** Professor der Botanik an der Universität in **Genf.**

Christ, Dr. **Hermann,** Oberlandesgerichtsrat *in* **Riehen** *bei Basel*, Burgstraße 110.

Darwin, Francis, M. B., F. R. S., F. L. S. in **Cambridge** (England), 13 Madingley Road.

Elfving, Dr. **Fredrik,** Professor an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Helsingfors.**

Farlow, Dr. **W. G.,** Professor der Botanik an der Universität in **Cambridge,** Mass. (U. S. A.).

Flahault, Dr. **Charles,** Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Instituts in **Montpellier.**

Guignard, Dr. **Léon,** *Professor* der Botanik *an der* École supérieure de pharmacie, Mitglied des Institut de France in **Paris,** I rue des Feuillantines.

Harper, R. A., Professor an der Columbia-Universität in **New York** (U. S. A.).

Hemsley, W. B., F. R. S., F. L. S. in **Kew** bei London.

Henriques, Dr. **J. A.,** Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Coimbra** (Portugal).

Ikeno, Dr. **S.,** Professor an der Universität in **Tokio.**

Johannsen, Dr. **W.,** Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität in **Kopenhagen.**

v. Lagerheim, Dr. **G.,** Mitglied der Kgl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften, *Professor an der* Universität, Direktor des Botanischen Instituts in **Stockholm.**

Lecomte, Dr., Professor in **Paris.**

Mangin, Dr., Professor in **Paris.**

Massart, Dr. **J.**, Professor an der Universität in **Brüssel.**

Matsumura, Dr. **J.**, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Gartens in **Tokio.**

Miyoshi, Dr. **Manabu**, Professor an der Universität in **Tokio.**

Oliver, **Daniel**, Professor der Botanik, Mitglied der Royal Society in **Kew** bei London.

Oliver, **F. W.**, Professor der Botanik am University College in London 1 the Vale, **Chelsea** bei London SW.

Palladin, Dr. **Wl. J.**, Professor an der Universität in **St. Petersburg.**

Penzig, Dr. **Otto**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Genua.**

Reiche, Dr. **Karl**, Professor der Botanik an der Universität Mexico (Escuela de Altos Estudios) und Sektionschef am Instituto Médico Nacional in **Mexico**, D. F. Apartado 656.

Ridley, **H. N.**, M. A., Direktor des Botanischen Gartens in **Singapore.**

Robinson, Dr. **B. L.**, Professor an der Universität und Kurator des Gray-Herbariums in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.).

Saccardo, Dr. **P. A.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens an der Universität in **Padua.**

Scott, Dr. **D. H.**, in **East Oakley House**, Oakley, Hants (England).

Seward, **A. C.**, Professor in **Cambridge**, Huntingdon Road (England).

Stapf, Dr. **Otto**, Keeper of Herbarium and Library in **Kew** bei London.

Trelease, **William**, Professor an der University of Illinois in **Urbana** (Illinois U. S. A.)

Went, Dr. **F. C.**, Professor der Botanik in **Utrecht** (Holland).

Wildeman, Dr. **Em. de**, Professor in **Brüssel.**

Wille, Dr. **J. N. F.**, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Gartens in **Christiania.**

Willis, **John Chr.**, M. A., Direktor des Botanischen Gartens in **Rio de Janeiro.**

Mitglieder.

Abromeit, Dr. **Johannes**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität, Assistent am Botan. Garten in **Königsberg i. Pr.**, Goltzallee 28a.

Allen, Dr. **Charles E.**, Professor der Botanik an der University of Wisconsin in **Madison**, Wis. (U. S. A.), 2014 Chamberlin Avenue.

Ambronn, Dr. **H.**, Professor und Direktor des Instituts für Mikroskopie an der Universität in **Jena**, Goethestraße 18.

Anders, Gustav, Lehrer in **Charlottenburg**, Königin-Elisabeth-Str. 50.

Anderson, Dr. **Alexander P.**, 5558 Everett Avenue, American Cereal Co., in **Chicago**, Ill. (U. S. A.).

Andrée, Ad., Apothekenbesitzer in **Hannover**, Schiffgraben 36.

Andres, Heinrich, Lehrer in **Bonn**, Argelanderstr. 124 (z. Zt. Adr.: **Bergisch-Gladbach** bei Cöln, Gasstr. 19.)

Andrews, Dr. **Frank, Marion**, Associate Professor of Botany an der Indiana University in **Bloomington**, Indiana (U. S. A.), 901 East 10th Street.

Appel, Dr. **Otto**, Geh. Regierungsrat, Mitglied der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berlin-Dahlem**.

Arnoldi, Dr. **Wladimir**, Professor der Botanik an der Universität in **Charkow**, Botanischer Universitätsgarten, Klotschkowskaja 52.

Artari, Dr. **A.**, Privatdozent in **Moskau**, Botan. Laborator. d. Kaiserl. Techn. Hochschule.

Arthur, J. C., Professor der Botanik an der Purdue University in **Lafayette**, Indiana (U. S. A.).

Babiy, Dr. **Johanna**, in **Mödling** bei Wien, Schrannenplatz 3.

Baccarini, Dr. **Pasquale**, Professor und Direktor des Reale Orto botanico in **Florenz**, Via Lamarmora Nr. 6 ^{bis}.

Bachmann, Dr. **E.**, Studienrat, Professor, Konrektor a. D. in **Radebeul** bei Dresden, Moltkestr. 24.

Bachmann, Dr. **Hans**, Professor in **Luzern**, Brambergstr. 5a.

Baesecke, Dr. **P.**, Apotheker in **Braunschweig**, Eiermarkt 1.

Ball, Dr. **O. Melville**, Professor der Biologie in **College Station**, Texas (U. S. A.).

Bally, Dr. **Walter**, Privatdozent der Botanik in **Basel**, Holbeinstr. 91

Bartke, R., Professor an der Städtischen Realschule in **Kottbus**, Turnstr. 7, pt.

Baur, Dr. **Erwin**, Professor der Botanik an der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin, Institut für Vererbungsforschung in **Potsdam**, Saarmünder Landstraße. Wohnung: Potsdam, Jägerallee 16.

Beck, Dr. **Günther, Ritter von Mannagetta und Lerchenau**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und Instituts der Deutschen Universität in **Prag II**, Weinberggasse 3a.

Becker, H., Dr. med. in **Grahamstown** (Südafrika), Die Duveneck

Behrens, Dr. **Joh.**, Geh. Regierungsrat, Professor, Direktor der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berlin-Dahlem**.

Benecke, Dr. **W.**, Professor der Botanik an der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Berlin N**, Botanisches Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule, Invalidenstr. 42.

Berthold, Dr. **G.**, Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des Pflanzenphysiologischen Instituts in **Göttingen.**

Bessey, Dr. **Ernst A.**, B. Sc., M. A., Professor der Botanik am Michigan Agricultural College in **East Lansing**, Michigan (U. S. A.).

Beyer, **R.**, Professor, Oberlehrer in **Berlin W**, Lessingstr. 5.

Bitter, Dr. **Georg**, Professor, Direktor des Botanischen Gartens in **Bremen.**

Blochwitz, **Adalbert**, Oberlehrer a. D. in **Berlin N**, Botanisches Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule, Invalidenstr. 42.

Bode, Dr., Assistent am Institut für Gärungsgewerbe in Berlin N, Seestr. 61, in **Hermsdorf** bei Berlin.

Børgesen, Dr. **Fr.**, *Bibliothekar am Botanischen Museum* in **Kopenhagen**, Östbanegade 7.

Bogen, **Alfred**, Lehrer in **Berlin NO**, Elbinger Str. 17.

Bohlin, Dr. **Knut**, Lektor, Privatdozent der Botanik an der Universität in **Stockholm**, Asögatan 79.

Boresch, Dr. **Karl**, Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut der Deutschen Universität in **Prag II**, Weinberggasse 3a.

Borowikoff, **G. A.**, Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Odessa, z. Z. Pflanzenphysiologisches Institut der Böhmischen Universität in **Prag.**

Borzi, **A.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität in **Palermo.**

Brand, Dr. **Friedrich** in **München**, Liebigstr. 3.

Brandes, **W.**, Medizinalrat, Apotheker in **Hannover**, Maschstr. 3a.

Braungart, Dr. **R.**, Professor in **München**, Fürstenstr. 18, I.

Bredemann, Dr. **G.**, *Landwirtschaftlicher Sachverständiger* beim Kaiserl. Gouvernement, Leiter des landwirtschaftlichen Laboratoriums in **Rabaul**, Deutsch-Neuguinea.

Bremekamp, Dr. **C. E. B.** in **Dordrecht**, Steegoversloot 16 (Holland).

Brendel, **R.**, Fabrikant botanischer Modelle in **Berlin-Grunewald**, Bismarckallee 37.

Brenner, Dr. **W.** in **Basel**, Grenzacher Str. 71.

Brick, Dr. **C.**, Professor, Assistent am Botanischen Museum, Leiter der Station für Pflanzenschutz in **Hamburg V**, St.-Georgs-Kirchhof 6, I.

Briosi, Dr. **Giovanni**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Laboratorio crittogamico in **Pavia** (Italien).

Broili, Dr. **Joseph**, Regierungsrat, Mitglied der Kais. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berlin-Dahlem.**

Bruck, Dr. **Werner Friedrich**, a. o. Professor an der Universität in **Gießen**, z. Z. **Berlin-Wilmersdorf**, Rüdesheimerplatz 11.

Brunnkow, **Reinhardt** in **Stettin.**

Bubák, Dr. **Franz**, Professor der Botanik und der Pflanzenkrankheiten an der Landwirtschaftlichen Akademie in **Tábor** (Böhmen).

Bucherer, Dr. **Emil**, in **Basel**, Jurastr. 54.

Buchwald, Dr. **Johannes**, Professor, Wissenschaftlicher Direktor der Versuchsanstalt für Getreideverarbeitung in **Berlin NW 23**, Klopstockstr. 49.

Buder, Dr. **Johannes**, Privatdozent an der Universität in **Leipzig**, Botanisches Institut, Linnéstr. 1.

Bücher, Dr. **Hermann**, Versuchsanstalt für Landeskultur in **Victoria** (Kamerun), z. Z. in **Berlin-Steglitz**, Südendstr. 30.

v. Büren, Dr. **Günther**, Assistent am Botanischen Institut der Universität in **Bern.**

Burchard, Dr. **O.**, in **Puerto de Orotava**, Teneriffa, Kanarische Inseln La Paz. Adr. für Paketsendungen: Kais. Deutsches Konsulat, Santa Cruz de Tenerife, Canarias, via Hamburg p. Wörmann-Linie.

Burgeff, Dr. **Hans**, in **Geisenheim a. Rh.**

Burgerstein, Dr. **Alfred**, k. k. Regierungsrat, a. o. Professor an der Universität in **Wien II/1**, Karmeliterplatz 5.

Burret, Dr., Assistent am Botanischen Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Berlin N 4**, Invalidenstr. 42.

Buscalioni, Dr. **Luigi**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Catania** (Sizilien).

Büsgen, Dr. **M.**, Professor der Botanik an der Forstakademie in **Hann.-Münden**, Bismarckstr. 3.

Busse, Dr. **Walter**, Geh. Ob.-Reg.-Rat, Vortragender Rat im Reichskolonialamt, in **Berlin-Wilmersdorf**, Hildegardstr. 2.

Campbell, Dr. **Douglas H.**, Professor der Botanik an der Stanford University in **Palo Alto**, Kalifornien (U. S. A.).

Cavara, Dr., **Fridiano**, Professor der Botanik und Direktor des Reale Orto botanico in **Neapel.**

Čelakovsky, Dr. **Ladislav**, Professor der Botanik an der Böhmischen Technischen Hochschule in **Prag**, Kgl. Weinberge, Villa Gröbe.

Chamberlain, Dr. **Charles**, Associate Professor of Botany, in **Chicago**, Ill. (U. S. A.), University, Dpt. of Botany.

Chodat, Dr. **R.**, Professor der Botanik an der Universität in **Genf.**

Christensen, Carl, mag. scient. in **Kopenhagen**, Skaanesgade 6.

Claußen, Dr. **Peter**, Professor, Privatdozent an der Universität Berlin, in **Berlin-Steglitz**, Rothenburgstr. 41, III.

Conwentz, Dr. **H.**, Geh. Regierungsrat, Professor, Leiter der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen, in **Berlin W 57**, Elßholzstr. 13, II.

Correns, Dr. **Carl E.**, o. Hon. Professor der Botanik a. d. Universität, 1. Direkt. d. Kaiser-Wilhelm-Instituts f. Biologie in **Berlin-Dahlem.**

Cuboni, Dr., Professor, Direktor der Stazione di Patologia vegetale in **Rom**, Via St. Susanna.

Czapek, Dr. **Friedrich**, Professor der Botanik an der k. k. Deutschen *Universität in* **Prag II**, *Pflanzenphysiologisches Institut der* Universität, Weinberggasse 3a.

Dalmer, Dr. **Moritz**, Gymnasialoberlehrer in **Tannenfeld** bei Nöbdenitz (Sachsen-Altenburg).

Damm, Dr. **Otto**, ordentlicher Lehrer an der höheren Mädchenschule in **Charlottenburg 5**, Windscheidstr. 25.

Darbishire, Dr. **O. V.**, in **Bristol**, Universität.

v. Degen, Dr. **Arpad**, Direktor der Samenkontrollstation in **Budapest II**, Kis-Rokus-Gasse 15.

Deleano, Dr. **Nicolas C.**, in Cotroceni-**Bukarest**, Laborat. für Anatomie und Physiol. der Pflanzen.

Dengler, Dr., Kgl. Oberförster in **Reinhausen**, Kr. Göttingen, Oberförsterei.

Dennert, *Dr.* ***E.***, *Professor, wissenschaftlicher Direktor des Keplerbundes* in **Godesberg a. Rhein**, Römerstr. 23.

Derschau, Dr. **Max von**, in **Auerbach** an der Bergstraße (Hessen).

Detmer, Dr. **W.**, Professor der Botanik an der Universität in **Jena**, Sonnenbergstr. 1a.

Diels, Dr. **L.**, Professor der Botanik in **Berlin-Dahlem**, Botan. Museum.

Dietel, Dr. **P.**, Professor, Oberlehrer in **Zwickau**, Carolastr. 21.

Dingler, Dr. **Hermann**, Professor der Botanik in **Aschaffenburg** (Bayern), Grünewaldstr. 15.

Dittrich, Dr. **Gustav**, Gymnasialoberlehrer in **Breslau XVI**, Uferzeile 14.

Docters van Leeuwen, Dr. **W.**, in **Samarang** (Java).

Dörries, *Dr.* ***Wilhelm***, *Oberlehrer an der Oberrealschule in* ***Zehlendorf*** bei Berlin, Gertraudstr. 10.

Dohrn, Dr. **Reinhard**, Direktor der Zoologischen Station in **Neapel.**

Doposcheg-Uhlár, Dr. **J.**, k. k. Hauptmann a. D. in **Partenkirchen**, Haus Silberacker.

Drude, Dr. **Oskar**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Technischen Hochschule und Direktor des Botanischen Gartens in **Dresden**, Botanischer Garten.

Duggar, Dr. **Benjamin M.**, Professor der Pflanzenphysiologie am Missouri Botanical Garden in **St. Louis**, Miss. (U. S. A.).

Dunzinger, Dr. **Gustav**, Assistent am Botanischen Institut der Technischen Hochschule in **München**, Agnesstr. 4.

Dusén, Dr. **P.**, in **Berg** bei Vreta Kloster, Östergotland in Schweden, z. Z. p. Adr. Dr. Vestermann in Curityba, Estado do Parona (Brasilien).

Duysen, Dr. **Franz**, Assistent an der vegetabilischen Abteilung der Kgl. Landwirtschaftl. Hochschule in **Berlin NW 23**, Altonaer Str. 10.

Engler, Dr. **A.**, Geheimer Oberregierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und Museums, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin-Dahlem.**

Engler, Dr. **V.**, in **Breslau**, Botan. Institut d. Universität.

Ernst, Dr. **Alfred**, Professor der Botanik und Direktor des Instituts für allgemeine Botanik (Biologiegebäude der Universität, Künstlergasse 16, Zürich I) in **Zürich VI**, Frohburgstraße 70.

Esser, P. **HJ.** (S. V. D.), Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen in **St. Gabriel** bei Mödling-Wien.

Esser, Dr. **P.**, Direktor des Botanischen Gartens in **Cöln a. Rh.**

Ewert, Dr., Professor, Lehrer der Botanik und Leiter der botanischen Abteilung der Versuchsstation des Pomologischen Instituts in **Proskau** (Oberschlesien).

Faber, Dr. **F. C. von**, Vorsteher der Botanischen Laboratorien s' Lands Plantentuin in **Buitenzorg** (Java).

Falkenberg, Dr. **Paul**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens und des Botanischen Instituts in **Rostock i. M.**

Farenholtz, Dr. **H.**, Hilfsassistent am Botan. Garten der Universität in **Münster i. W.**, Nordplatz 3.

Farlow, Dr. **W. G.**, Professor der Botanik an der Universität in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.), Quincy Street 24.

Farmer, **J. B.**, M. A., Professor der Botanik in **London W**, South Park, Gerrards Cross, Bucks.

Fedde, Dr. **Friedrich**, Professor, Oberlehrer, Herausgeber von Justs Botanischem Jahresberichte und des Repertorium specierum novarum in **Dahlem**, Post Berlin-Lichterfelde, Fabeckstr. 49.

Fedtschenko, Boris von, Oberbotaniker am Botanischen Garten in **St. Petersburg.**

Feldbausch, Dr. **Karl,** in **Landau** (Pfalz), Xylanderstr. 1.

Figdor, Dr. **W.,** Professor an der Universität in **Wien III,** Metternichgasse 4.

Finn, Vladimir, Konservator am Botan. Garten, Bot. Kabinett der K. Universität in **Kiew.**

Fischer, Dr. **Ed.,** Professor der Botanik in **Bern,** Kirchenfeldstr. 14.

Fischer, Dr. **Hugo,** Vorsteher-Stellvertreter und Bakteriologe am Kaiser-Wilhelm-Institut in **Bromberg,** Schillerstr. 6.

Fischer von Waldheim, Dr. **Alexander,** Kais. russischer Geheimer Rat, Exzellenz, emerit. ordentl. Professor der Botanik, Direktor des Kaiserlichen Botanischen Gartens in **St. Petersburg.**

Fitting, Dr. **Hans,** Professor der Botanik, Direktor des Botan. Instituts in **Bonn a. Rh.,** Poppelsdorfer Schloß.

Flahault, Dr. **Charles,** Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Instituts in **Montpellier.**

Focke, Dr. **W. O.,** Medizinalrat in **Bremen,** Beim Steinernen Kreuz 5.

Forenbacher, Dr. **Aurel,** Professor, Adjunkt am Botanisch-physiologischen Institut der Universität in **Agram** (Zagreb), Primorska ut. 28.

Forti, Dr. **Achille,** in **Verona,** Via St. Eufemia.

Fries, Dr. **Rob. E.,** Professor und Direktor des bergianischen Gartens, **Vetenskabsakademien** b. Stockholm.

Fritsch, Dr. **Karl,** Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens der Universität in **Graz** (Steiermark), Albertstraße 19.

Fritsch, Dr. **F. E.,** Professor der Botanik am East London College (University of London) in **London NW,** Brondesbury, 77 Chatsworth Road.

Fuchs, Dr. **J.,** Assistent am Botan. Institut der Forstakademie in **Tharandt.**

Fünfstück, Dr. **Moritz,** Professor der Botanik an der Technischen Hochschule und Vorstand des Botanischen Gartens in **Stuttgart,** Ameisenbergstr. 7.

Funk, Dr. **Georg** in **Neapel,** Zoolog. Station.

Furlani, Dr. **Hans,** Professor am Staatsgymnasium in **Wien VII,** Kandlgasse 39.

Fürnrohr, Dr. **Heinrich,** Hofrat, Vorstand der Botanischen Gesellschaft in **Regensburg.**

Fujii, Dr. **K.,** Professor der Botanik in **Tokio,** Botanisches Institut und Botanischer Garten der Universität.

Gassner, Dr. **Gustav**, Professor, Privatdozent an der Universität in **Rostock i. M.**, Johann-Albrecht-Str. 15.

Gatin, Dr. **C. L.**, Préparateur de botanique à la Sorbonne in **Versailles** (Seine et Oise), 13 rue Jacques Boyceau.

Gehrmann, Dr. **K.**, Leiter des Botanischen Gartens in **Rabaul** auf Neu-Guinea.

Geisenheyner, **L.**, Gymnasialoberlehrer in **Kreuznach.**

Giesenhagen, Dr. **Karl**, Professor d. Botanik, Vorstand des Botanischen Instituts der Technischen Hochschule in **München**, Schackstr. 2, II.

Giessler, Dr. **Rudolf**, Kustos am Bot. Institut in **Leipzig**, Sidonienstr. 19.

Gilbert, **Edward**, **M.**, Assistant Professor of Botany, the University of Wisconsin in **Madison** (U. S. A.).

Gilg, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik an der Universität, Kustos am Botan. Museum in **Berlin-Steglitz**, Grenzburgstr. 5.

Ginzberger, Dr. **August**, k. k. Adjunkt am Botan. Garten und Institut der k. k. Universität und Generalsekretär der k. k. Zoolog.-botan. Gesellschaft in **Wien III**, Rennweg 14.

Gjurašin, Dr. **Stjepan**, Prof. a. Mädchenlyzeum in **Agram** (Kroatien), Pantoviac 80.

Glück, Dr. **Hugo**, Professor der Botanik in **Heidelberg**, Brückenstr. 18, I.

Gobi, Dr. **Chr.**, Exzellenz, Professor der Botanik an der Universität in **St. Petersburg**, Wassilii Ostrow, 9. Linie, 46, Qu. 34.

Goebel, Dr. **K. von**, Geh. Rat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und des Pflanzenphysiologischen Instituts in **München**, Menzinger Str. 15.

Goethart, Dr. **J. W. Chr.**, Konservator am Reichsherbarium in **Leiden** (Niederlande), Rijn-Schickade 78.

Gothan, Dr. **W.**, Privatdozent an der Bergakademie in **Berlin N**, Invalidenstr. 44.

Graebner, Dr. **P.**, Professor, Kustos am Botanischen Garten zu Dahlem, in **Berlin-Lichterfelde**, Viktoriastr. 8.

Graevenitz, Dr. **Luise v.** in **Berlin-Lichterfelde**, Unter den Eichen 15.

Grafe, Dr. **Victor**, Professor der Botanik an der Universität in **Wien VIII**, Hamerlingplatz 9.

Gran, Dr. **H.**, Professor der Botanik an der Universität in **Christiania**, Botanisches Institut.

Grosser, Dr. **Wilhelm**, Direktor der Agrikulturbotanischen Versuchsstation in **Breslau X**, Matthiasplatz 1.

Grüß, Dr. **J.**, Professor, Oberlehrer in **Friedrichshagen** bei Berlin, Friedrichstr. 27/28.

Günthart, Dr. **August**, Wissenschaftl. Mitarbeiter der naturw. Abteilung von B. G. Teubners Verlag in **Leipzig**, Thiemstr. 21.

Guttenberg, Dr. **Hermann Ritter von,** Professor, Privatdozent für allgemeine Botanik, Assistent am Pflanzenphysiol. Institut der Universität in **Berlin-Dahlem,** Königin-Luise-Straße 1, z. Zt. **Graz,** Lessingstr. 8.

Gwynne-Vaughan, D. J., M. A., Professor der Botanik an der Universität in **Belfast,** Irland.

Györffy, Dr. **S. J.,** o. ö. Professor der allgemeinen Botanik an der Universität in **Kolozsvár** (Siebenbürgen).

Haacke, Dr. **Otto,** Professor, Realgymnasialoberlehrer in **Plauen i. V.,** Streits Berg.

Haase-Bessell, Gertraud, Frau verw. Dr. med. in **Dresden-N. 6,** Hospitalstr. 3, II.

Haberlandt, Dr. **G.,** Geh. Reg.-Rat, Professor der Botanik und Direktor des Pflanzenphysiol. Instituts der Universität Berlin, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin-Dahlem,** Königin-Luise-Straße 1.

Hagem, Oscar, cand. real., Stipendiat der Botanik in **Bergen** (Norwegen), Botanisches Institut des Museums.

Hagen, Dr. **J.,** Bezirksarzt in **Trondhjem** (Norwegen).

Hämmerle, Dr. **J.,** Oberlehrer an der höheren Staatsschule in **Cuxhaven,** Süderwisch 51.

Häuser, Dr. **Robert,** Oberlehrer am Städt. Reformrealgymnasium in **Saarbrücken 3,** Dudweilerstr. 88.

Hanausek, Dr. **T. F.,** k. k. Regierungsrat, Professor in **Wien VII/3,** Schottenfeldgasse 82.

Hannig, Dr. **E.,** Prof. der Botanik an der Universität in **Straßburg i. E.,** Taulerring 4.

Hansen, Dr. **Adolf,** Geh. Hofrat, Professor der Botanik, Direktor des Botanischen Gartens in **Gießen,** Leberstr. 21.

Hansteen, Dr. **B.,** Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Aas** bei Christiania (Norwegen).

Harder, Dr. **Richard,** Assistent am Bot. Institut der Universität in **Würzburg.**

Harms, Dr. **H.,** Professor, wissenschaftlicher Beamter der Königlichen Akademie der Wissenschaften, in **Berlin-Friedenau,** Ringstr. 44.

Harper, R. A., Professor an der Columbia University New York City in **New York** (U. S. A.).

Harster, Richard, Assistent am Botan. Institut der Technischen Hochschule in **München.**

Hartmann, Dr. **Max,** Professor, Privatdozent der Zoologie an der Universität Berlin, in **Frohnau** (Mark), Maximiliankorso.

Haupt, Dr. **Hugo,** in **Bautzen,** Muettigstr. 35.

Hausrath, Dr. **Hans,** Professor an der Technischen Hochschule in **Karlsruhe,** Kaiserstr. 12.

Hecke, Dr. **Ludwig,** Professor an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII,** Hochschulstr. 17.

Heering, Dr. **W.,** in **Hamburg 37,** Isestr. 27, III.

Hegi, Dr. **Gustav,** Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität in **München,** Tengstr. 18.

Heiden, Dr. **H.,** in **Rostock i. Mcklbg.,** Prinz-Friedrich-Karl-Straße 2.

Heidmann, Anton in **Wien III,** Neulinggasse 24.

Heilbronn, Dr. **Alfred,** Privatdozent, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Münster i. W.**

Heinricher, Dr. **E.,** K. K. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und des Botanischen Institutes der Universität Innsbruck in **Innsbruck-Hötting.**

Heinsius, Dr. **H. W.,** in **Amsterdam,** P. C. Hooftstraat 144.

Hergt, B., Professor in **Weimar,** Cranachstr. 8.

Herrig, Dr. **Friedrich,** Assistent am Pflanzenphysiol. Institut der Universität in **Berlin-Steglitz,** Bergstr. 84.

Herrmann, E., Königl. Regierungs- und Forstrat in **Langfuhr** bei Danzig, Kastanienweg 8.

Herter, Dr. **W.,** Professor in **Berlin-Steglitz,** Mittelstraße 27.

Heukels, H., Lehrer an der Realschule in **Amsterdam,** Weesperzijde 81.

Hieronymus, Dr. **Georg,** Professor, Kustos am Botanischen Museum zu Dahlem, in **Berlin-Steglitz,** Grunewaldstr. 27.

Hill, A. W., M. A., Assistant-Director an d. Royal Botanic. Gardens in **Kew,** Branstone Road 4.

Hill, T. G., A. R. C. S., Assistant-Professor of Botany in **London WC,** University College.

Hillmann, Dr. **P.,** Privatdozent a. d. Landw. Hochschule, Geschäftsführer der Saatzuchtstelle der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft in **Berlin SW 11,** Dessauer Straße 14.

Hils, Dr. **Ernst,** Oberlehrer in **Berlin-Halensee,** Katharinenstr. 21.

Hiltner, Dr., Professor, Oberregierungsrat, Direktor der Agrikulturbotanischen Versuchsanstalt in **München-Schwabing,** Osterwaldstraße 9.

Himmelbaur, Dr. **Wolfgang,** Privatdozent für systemat. Botanik an der Universität in **Wien VII,** Burggasse 83a.

Hinneberg, Dr. **P.,** in **Altona-Ottensen,** Flottbeker Chaussee 29.

Hinze, Dr. **G.,** in **Zerbst,** Friedrichsholzallee 42.

Höfler, Karl, stud. phil. in **Wien XIII/2**, Onno Klopp-Gasse 5.

Höhnel, Dr. **Fr., Ritter von**, Hofrat, Professor an der Technischen Hochschule in **Wien IV**, Karlsplatz 13.

Höstermann, Dr. **G.**, Vorstand der pflanzenphysiologischen Abteilung und Lehrer an der K. Gärtner-Lehranstalt zu Dahlem, in **Berlin-Steglitz**, Schloßstr. 32.

Hoffmeister, Dr. **Camill**, Professor an der k. k. Gewerbeschule in **Bielitz** (Österreich.-Schlesien).

Hollrung, Dr. **M.**, Professor, Lektor für Pflanzenpathologie an der Universität in **Halle a. S.**, Dorotheenstr. 18, II.

Holmann, Richard, M., Instructor of Botany, University of the Philippines.

Holtermann, Dr. **Carl**, Professor, Privatdozent der Botanik in **Charlottenburg** bei Berlin, Witzlebenstr. 30.

Horn, Paul, Apotheker in **Waren** (Mecklenburg).

Houtermans, Elsa, in **Wien I**, Börseplatz 6.

Hunger, Dr. **F. W. T.**, Direktor der Algemeen Proefstation, **Salatiga** (Java), z. Z. Adr. Amsterdam, Van-Eeghen-Straat 52.

Iltis, Dr. **Hugo**, Privatdozent an der Franz-Josef-Technischen Hochschule in **Brünn**, Schmerlinggasse 28.

Irmscher, Dr. **E.**, Assistent am K. Botan. Museum in **Berlin-Dahlem.**

Issatschenko, Boris, Hofrat, Privatdozent der Botanik an der Universität, Vorsteher der Samenprüfungsstation in **St. Petersburg**, Kaiserl. Botanischer Garten.

Istvánffi de Csikmadefalva, Dr. **Gyula von**, Professor der Botanik an der K. Ungarischen Technischen Universität in **Budapest** (I Müegyetem rakpart.)

Iterson, Dr. **G. van** in **Delft** (Holland) Quai Delft 81.

Ivanow, Sergius, Magister der Botanik, Assistent in **Moskau**, Rasumowskoje C. X. U.

Iwanowski, Dr. **Dimitri**, Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität in **Warschau**, Nowogrodzkastr. 60.

Jaap, Otto, Privatgelehrter in **Hamburg 25**, Burggarten 3.

Jaccard, Dr. **Paul**, Professor d. Botanik am Eidgen. Polytechnikum in **Zürich**, Konkordiastr. 12.

Jahn, Dr. **Eduard**, Professor, Oberlehrer in **Charlottenburg 5**, Witzlebenstr. 41.

Jakowatz, Dr. **A.**, Professor an der Landwirtschaftlichen Akademie in **Tetschen-Liebwerd** (Böhmen).

Janzen, Nikolaus, *stud. phil.* in **Zürich IV**, Kinkelstr. 70.
Jensen, Hjalmar, Direktor der Proefstation voor Vorstenlandsche tabak in **Wedi, Klaten** (Java).
Johannsen, Dr. **W.**, Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität in **Kopenhagen**, Botanischer Garten, Gothersgade 140.
Johnson, Dr. **T.**, F. L. S., Professor der Botanik am Royal College of Science und Kustos der botanischen Sammlungen des Nationalmuseums in **Dublin.**
Jongmans, Dr. **Wilhelm**, Konservator am Reichsherbarium in **Leiden** (Holland), Breetstraat 137.
Jost, Dr. **Ludwig**, Professor der Botanik in **Straßburg i. E.**, Botan. Institut der Universität.
Junk, W., in **Berlin W 15**, Sächsische Str. 68.

Kabát, Jos. Em., emerit. Zuckerfabrikdirektor in **Turnau** 544 (Böhmen.)
Kamerling, Dr. **Z.** in **Leiden** (Holland), Witte Rozenstraat 31.
Kappert, Dr. **Hans**, Assistent am Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in **Berlin-Dahlem.**
Karrer, Siegmund, *Obergärtner in* **Erfurt**, *Bellingstr.* 13.
Karsten, *Dr.* **George**, Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens in **Halle a. S.**, Botan. Institut.
Kasanowski, Victor, Privatdozent für Botanik an der K. Universität in **Kiew**, Funduktejevskaja 46.
Kaufmann, Martha, in **Braunschweig**, Riddagshäuserweg 26.
Kegel, Dr. **Werner**, in **Bremen**, Braunschweiger Straße 5.
Keller, Dr. **Robert**, Gymnasialrektor in **Winterthur**, Trollstr. 32.
Kiessling, **Dr. L.**, *Professor, Vorsteher der Kgl. Bayer. Saatzucht*anstalt in **Weihenstephan** b. Freising.
Killian, Dr. **Karl**, in **Proskau** (O. Schl.) Botan. Versuchsstation.
Kirchner, Dr. **O. von**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Hohenheim** bei Stuttgart.
Klebahn, Dr. **H.**, Professor in **Hamburg 30**, Curschmannstr. 27.
Klebs, Dr. **Georg**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Heidelberg.**
Klein, Dr. **Edmund**, *Professor* in **Luxemburg**, Äußerer Ring 20.
Klein, Gustav, Demonstrator am k. k. *Pflanzenphysiol. Institut* in **Wien XVII**, Geblergasse. 55.
Klein, Dr. **Ludwig**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens an der Technischen Hochschule in **Karlsruhe** in Baden, Kaiserstr. 2, Botanisches Institut.
Klein, Richard, stud. phil. in **Wien II**, Negerlegasse 4.

Klemt, Dr. **F.**, Oberlehrer in **Berlin-Lichtenberg**, Rathausstr. 7, II.

Klenke, Dr. **Heinrich**, Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut der Universität in **Göttingen**, Düsterer Eichenweg 12; z. Zt. Landstrm. Gi.-K. I. E./92 in **Braunschweig**, Döringstr. 16 II.

Kluyver, **A. J.**, Dipl.-Ingenieur in **Delft** (Holland), Laan van Overvest 52.

Kneucker, **A.**, Redaktör der Allgemeinen botanischen Zeitschrift in **Karlsruhe** in Baden, Werderplatz 48.

Kniep, Dr. **Hans**, Professor der Botanik in **Würzburg**, Seelbergstr. 2 II.

Knischewsky, Dr. **Olga**, in Bad **Weilbach** b. Flörsheim a. M., Wirtschaftl. Frauenschule.

Knoll, Dr. **F.**, Privatdozent, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Wien III**, Rennweg 14.

Knudson, Dr. **Lewis**, Assistant Professor of Plant Physiology an dem New York State College of Agriculture der Cornell University in **Ithaca** N. Y. (U. S. A.)

Knuth, Dr. **Reinhard**, Oberlehrer in **Berlin-Wilmersdorf**, Wilhelmsaue 12, IV.

Kny, Dr. **L.**, Geheimer Regierungsrat, ord. Honorar-Professor der Botanik a. d. Universität Berlin, früher Direktor d. Pflanzenphysiologischen Instituts und etatmäßiger Professor a. d. Landw. Hochschule, in **Berlin-Wilmersdorf**, Kaiserallee 186/187.

Koch, Dr. **Alfred**, Professor, Direktor des Landwirtschaftlich-Bakteriologischen Instituts an der Universität Göttingen, Herausgeber des Jahresberichtes über die Fortschritte in der Lehre von den Gärungsorganismen, in **Göttingen**, Hainholzweg 20.

Koch, Dr. **L.**, Professor der Botanik an der Universität in **Heidelberg**, Sophienstr. 25.

Koehne, Dr. **E.**, Professor in **Berlin-Friedenau**, Wiesbadener Str. 84, II.

Koernicke, Dr. **Max**, Professor der Botanik an der Landwirtschaftl. Akademie in Poppelsdorf und der Universität in **Bonn**, Bonner Talweg 45.

Kolkwitz, Dr. **Richard**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität und an der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin, wissenschaftliches Mitglied der Kgl. Landesanstalt für Wasserhygiene in **Berlin-Steglitz**, Rothenburgstr. 30.

Koriba, Dr. **K.**, in **Sapporo** (Japan) Botan. Institut der Universität.

Kornauth, Dr., Regierungsrat, Vorstand der k. k. Landwirtschaftlich-Bakteriologischen und Pflanzenschutzstation in **Wien II/I**, Trummerstr. 1.

Korschelt, Dr. **P.**, Professor, Oberlehrer am Königl. Realgymnasium in **Zittau i. S.**, Königsstr. 21.

Krasser, Dr. **Fridolin**, o. Professor für Botanik, Warenkunde und technische Mikroskopie an der k. k. Deutschen Technischen Hochschule in **Prag I**, Hußgasse 5.

Kratzmann, Ernst, stud. phil. in **Wien VII**, Neubaugürtel 22.

Kraus, Dr. **C.**, Geh. Hofrat, Professor an der Technischen Hochschule in **München**, Luisenstr. 24, II.

Krause, Dr. **Kurt**, Assistent am Königl. Botanischen Museum in **Berlin-Dahlem**.

Kroemer, Dr. **Karl**, Professor, Vorstand der Pflanzenphysiologischen Versuchsstation der Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in **Geisenheim a. Rh.**

Krull, Rudolph, Apotheker in **Breslau X**, Rosenthaler Straße 45.

Kubart, Dr. **Bruno**, Privatdozent für Botanik und Assistent am Institut für systematische Botanik in **Graz**.

Kuckuck, Dr. **Paul**, Professor, Kustos für Botanik an der Biologischen Anstalt auf Helgoland, z. Z. **Berlin-Lichterfelde**, Hortensienstr. 9, I.

Küster, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik an d. Universität, Herausgeber der „Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie“ in **Bonn a. Rh.**, Endenicher Allee 44.

Kuhn, Erik, stud. phil. in **Innsbruck**, Museumstr. 1.

Kumm, Dr., Professor, Direktor des Westpreußischen Provinzial-Museums in **Danzig**, Langemarkt 24.

Kuntzen, Dr. **Heinrich**, Assistent am Zoolog. Museum zu Berlin, in **Karlshorst**, Treskowallee 57A.

Kupper, Dr. **W.**, Kustos am Botan. Garten in **München**-Nymphenburg.

Kurssanow, L., Privatdozent in **Moskau**, Universität, Botan. Institut.

Kurtz, Dr. **Fritz**, Professor der Botanik, Direktor des Botanischen Museums an der Universität und Mitglied der Academia nacional de ciencias in **Córdoba** (Argentinische Republik).

Lafar, Dr. **Franz**, Professor der Gärungsphysiologie und Bakteriologie an der Technischen Hochschule in **Wien IV**, 1, Karlsplatz 13.

La Garde, Dr. **Roland**, in **Smichow** bei Prag 197, Kreuzherrengasse 7.

Lagerheim, Dr. **G. von**, Mitglied der Kgl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Instituts in **Stockholm N**, Stockholms Högskola.

Laibach, Dr. **Fr.**, Oberlehrer in **Frankfurt a. M.**, Vogelweidstr. 14.

Lakon, Dr. **G.**, Abteilungsvorsteher an der Samenprüfungsanstalt der Kgl. Landw. Hochschule in **Hohenheim** b. Stuttgart.

Lakowitz, Dr. **C.**, Professor, Oberlehrer in **Danzig**, Frauengasse 26.

Land, Dr. **W. J. G.**, Assistant Professor of Botany an der Universität in **Chicago**, Deptm. of Botany.

Lande, Max, Verlagsbuchhändler in **Berlin-Schöneberg**, Mühlenstr. 8.

Langer, Professor in **Posen**, W. 3, Helmholtzstr. 10.

Lauterbach, Dr. **C.**, Professor, Rittergutsbesitzer auf **Stabelwitz** bei Deutsch-Lissa.

Lehmann, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik an der Universität in **Tübingen**, Lustnauer Allee.

Leick, Dr. **Erich**, Professor der Botanik an der Kaiserl. Osmanischen Universität in **Konstantinopel**.

Leick, Dr. **Marie**, geb. **Schultz** in **Konstantinopel**.

Leininger, Dr. **Hermann**, Lehramtspraktikant in **Heidelberg**, Mittelstraße 10, p.

Leisering, Dr. **Bruno**, in **Berlin NO 55**, Braunsberger Str. 15.

Lemcke, Dr. **Alfred**, Direktor des Samenuntersuchungsamtes und der Pflanzenschutzstelle der Landwirtschaftskammer für die Provinz Ostpreußen in **Königsberg i. Pr.**, Beethovenstr. 24/26.

Lepeschkin, Dr. **W. Wlad.**, Professor der Botanik, Direktor des Botan. Laboratoriums und Gartens der Universität in **Kasan**, Privatadresse: Ljadskaja d. Molotkowa.

Lesage, Dr. **Pierre**, Professeur à la Faculté des Sciences in **Rennes**.

Lewitzki, Gregorius, Assistent am Botan. Laboratorium des Polytechnikums in **Kiew**.

Liebenberg, Dr. **Ad.** Ritter **von**, k. k. Hofrat, Professor an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII**, Hochschulstraße 17.

Lieske, Dr. **Rudolf**, Privatdozent, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Heidelberg**, z. Zt. Krankenhaus in **Karlsruhe**.

Lilienfeld, Dr. **Fl.**, Assistentin am Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in **Berlin-Dahlem**.

Limberger, Alfred, stud. phil. in **Wien XVII**, Urbangasse 10.

Lindau, Dr. **Gustav**, Professor, Privatdozent der Botanik, Kustos am Botanischen Museum zu Dahlem, in **Berlin-Lichterfelde**, Moltkestraße 3.

Lindner, Dr. **Paul**, Professor in **Berlin N 65**, Seestraße 4, Institut für Gärungsgewerbe.

Linhart, Dr. **Georg**, Kgl. Rat, Professor an der Ungarischen Landwirtschaftlichen Akademie in **Ungarisch-Altenburg** (Magyar Ovar).

Linsbauer, Dr. **Karl**, Professor an der Universität in **Graz**, Pflanzenphys. Institut.

Lloyd, L. G., The Lloyd Library, **Cincinnati**, O. (U. S. A.), 309 West Court Street.

Löffler, Bruno, cand. phil. in **Innsbruck-Höffing**, Villa Frau Hitt, z. Zt. Ldstrm., Militär-Ueberwachungsstelle Bahnpostamt I **München.**

Loesener, Dr. **Th.**, Professor, Kustos am Botanischen Museum zu Dahlem, in **Berlin-Steglitz**, Humboldtstr. 28.

Lopriore, Dr. **Giuseppe**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor der Regia Stazione Sperimentale Agraria zu Modena, Herausgeber der „Stazioni Sperimentali Agrarie Italiane" in **Modena.**

Losch, Dr. **Hermann**, Assistent am Botan. Institut d. Landw. Hochschule in **Hohenheim.**

Ludwig, Dr. **Alfred**, Oberlehrer in **Forbach** (Lothr.), Schloßbergstr. 11.

Ludwigs, Dr. **Karl**, in **Victoria** (Kamerun), Bot. Garten.

Luerssen, Dr. **Chr.**, Geh. Reg.-Rat, Professor in **Charlottenburg**, Königin-Luise-Str. 10.

Mac Kenney, Dr. **Randolph E. B.**, Professor, Expert im Bureau of Plant Industry, U. S. Department of Agriculture. Adr. für Postsendungen: Cosmos Club, **Washington**, D. C. (U. S. A.).

Mac-Leod, Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens in **Gent** (Belgien).

Magnus, Dr. **Werner**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität und an der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Berlin W**, Carlsbad 4a.

Mágocsy-Dietz, Dr. **Sándor**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Bot. Gartens in **Budapest VIII**, Illésu 25.

Maire, Dr. **R.**, Professor an der „Faculté des Sciences de l'Université" in **Algier.**

Marloth, Dr. **Rudolf**, in **Kapstadt** (Süd-Afrika), P. O. box 359.

Mattirolo, Dr. **O.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Turin**, Valentino.

Mäule, Dr. **C.**, Professor, Rektor der Wilhelmsrealschule, Privatdozent für Botanik an der Technischen Hochschule in **Stuttgart**, Pfitzerstr. 11, I.

Maurizio, Dr. **A.**, Professor an der k. k. Technischen Hochschule in **Lemberg**, Botan. Institut.

Menzel, Dr. **Paul**, Sanitätsrat in **Dresden**, Mathildenstr. 46, I.

Meyer, Dr. **Arthur**, Geh. Reg.-Rat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Marburg a. d. L.**, Botanisches Institut.

Meyer, K., Assistent am Botan. Institut der Universität in **Moskau.**

Miehe, Dr. **Hugo**, Professor der Botanik an der Universität in **Leipzig**, Marienstr. 11a.

Migula, Dr. **W.**, Professor der Botanik an der Forstlehranstalt in **Eisenach,** Richard-Wagner-Str. 3.

Mikosch, Dr. **C.,** Professor an der Technischen Hochschule in **Brünn.**

Mildbraed, Dr. **K.,** Kustos am Botanischen Museum in **Berlin-Dahlem.**

Miliarakis, Dr. **S.,** Professor an der Universität in **Athen,** Rue Didot 12 A.

Miyake, Dr. **Kiichi,** Professor der Botanik, Botan. Institut d. Agricultur College d. Universität in **Tokio,** Japan.

Miyoshi, Dr. **Manabu,** Professor der Botanik an der Universität in **Tokio,** Botanisches Institut der Universität.

Möbius, Dr. **M.,** Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Frankfurt a. M.,** Königsteiner Str. 52.

Möller, Dr. **Alfred,** Professor, Oberforstmeister, Direktor der Forstakademie in **Eberswalde.**

Moeller, Dr. **Herm.,** Professor, Privatgelehrter in **Göttingen,** Friedländer Weg 28.

Moewes, Dr. **Franz** in **Berlin SW 47,** Großbeerenstr. 27a.

Molisch, Dr. **Hans,** wirkl. Mitglied der Kais. Wiener Akademie der Wissenschaft., Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen und Direktor des Pflanzenphysiologischen Instituts an der Universität in **Wien VIII,** Zeltgasse 2.

Mrazek, Dr. **August,** in **Zwittau** in Mähren, Realschule.

Mücke, Dr. **Manfred,** in **Erfurt,** Wilhelmstr. 36, I.

Müller, Dr. **Arno,** Mitarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamt in **Berlin-Friedenau,** Wiesbadener Str. 11.

Müller, Dr. **Clemens** in **Berlin W 30,** Rosenheinerstr. 12 I.

Müller, Dr. **Fritz,** Assistent am Botan. Institut der Universität in **Leipzig,** Johannisallee 16, III.

Müller, Dr. **H. C.,** Professor, Direktor der Versuchsstation für Pflanzenkrankheiten der Landwirtschaftskammer für die Provinz Sachsen in **Halle a. S.,** Karlstraße 10.

Müller, Dr. **Karl,** wissenschaftl. Hilfsarbeiter, zweiter Beamter an der Großherzogl. Bad. Landw. Versuchsanstalt in **Augustenberg** bei Durlach, Baden.

Müller, Dr. **Otto,** Professor in **Charlottenburg 2,** Goethestraße 1.

Müller, Dr. **Rudolf,** Professor für Pharmakognosie an der Universität in **Graz** (Steiermark), Universitätsplatz 4.

Müller-Thurgau, Dr. **Herm.,** Professor und Direktor der Deutschschweizerischen Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau in **Wädenswil** bei Zürich.

Munk, Dr. **Max**, in **Kiel**, Botan. Institut der Universität, z. Zt. Adr.: Hauptlehrer Munk in **Mühlacker** (Württemberg).
Muschler, Dr. **R.**, in **Berlin-Steglitz.**
Muth, Dr. **F.**, Professor in **Oppenheim a. Rh.**

Nahmmacher, Dr. **O.**, Oberlehrer in **Berlin S**, Camphausenstr. 8, I.
Nathansohn, Dr. **Alexander**, Professor der Botanik an der Universität in **Leipzig**, Auenstr. 5, II.
Naumann, Dr. **Arno**, Professor, Dozent für Botanik an der Tierärztlichen Hochschule, Assistent am Kgl. Botanischen Garten und Lehrer für Botanik an der Gartenbauschule in **Dresden-A.**, Borsbergstr. 26, I.
Naumann, **Einar**, Assistent für Hydrobiologie am Bot. Institut der Universität in **Lund** (Schweden).
Neger, Dr. **F. W.**, Professor der Botanik an der Forstakademie in **Tharandt**, Sachsen.
Němec, Dr. **Bohumil**, Professor der Botanik an der Böhmischen Universität in **Prag V**, Slupy 433.
Nestler, Dr. **A.**, k. k. Regierungsrat, Professor der Botanik, Vorstand der Untersuchungsanstalt für Lebensmittel an der Deutschen Universität in **Prag II**, Sluper Gründe.
Neumann, Dr. **M. P.**, Vorstand der chemischen Abteilung der Versuchsanstalt für Getreideverwertung in **Berlin N 65**, Seestraße 4a.
Nevinny, Dr. **Joseph**, Professor in **Innsbruck**, k. k. Pharmakol. Institut, Anatomiestr. 1.
Niedenzu, Dr. **F.**, Geh. Reg.-Rat, Professor am Lyceum Hosianum in **Braunsberg** (Ostpreußen).
Niemann, **Gustav**, Mittelschullehrer in **Magdeburg-N.**, Augustastraße 18.
Nienburg, Dr. **Wilhelm**, in **Frohnau** (Mark), Alemannenstraße.
Nilsson, Dr. **Heribert**, in **Landskrona** (Schweden).
Nilsson, Dr. **Hjalmar**, Professor in **Svalöf** (Schweden).
Nilsson-Ehle, Dr. **H.**, Dozent an der Universität Lund, in **Svalöf** (Schwed.).
Noack, Dr. **Konrad**, in **Freiburg i. B.**, Silberbachstr. 5.
Noack, Dr. **Kurt**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Straßburg i. E.**
Nordhausen, Dr. **Max**, Professor der Botanik in **Marburg** a. L. Botanisches Institut.
Nordstedt, Dr. **O.**, Professor in **Lund**, Kraftstorg 10.
Nothmann-Zuckerkandl, Dr. **Helene**, in **Prag II**, Pflanzenphysiol. Institut der Deutschen Universität, Weinbergsgasse 3a, z. Zt. k. u. k. Lagerspital **Knittelfeld** (Steiermark).

Oltmanns, Dr. **Friedrich**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik, Direktor der Botanischen Anstalten, Redakteur der „Zeitschrift für Botanik“, in **Freiburg i. B.**, Jakobistraße 23.

Ostenfeld, Dr. **C. H.**, Inspektor des Botanischen Museums in **Kopenhagen O**, Sortedams Dossering 63 A.

Osterwald, **Carl**, Professor am Lessinggymnasium in **Berlin NW 52**, Spenerstraße 35.

Overton, Dr. **J. B.**, Professor am Botanical Department der Universität von Wisconsin in **Madison**, Wisc. (U. S. A.), Science Building.

Paeckelmann, **Wolfgang**, Oberlehrer am Gymnasium in **Barmen**, Mozartstr. 7.

Palla, Dr. **Eduard**, Professor an der Universität in **Graz**, Schubertstraße 51, Botanisches Institut.

Pammel, **L. H.**, Ph. D., Professor der Botanik an dem Jowa State College of Agriculture in **Ames**, Jowa (U. S. A.).

Pantanelli, Dr. **Enrico**, Wirkl. Oberinspektor für Pflanzenkrankheiten am Landwirtschafts-Ministerium in **Rom**, Via S. Susanna 13.

Pascher, Dr. **A.**, Professor der Botanik an der Deutschen Universität in **Prag II**, Weinbergsgasse 3a, z. Zt. **Leysin** (Schweiz), village Mésange.

Paul, Dr. **Hermann**, Assessor der Kgl. Bayerischen Moorkulturanstalt in **München**, Königinstr. 3.

Pax, Dr. **Ferdinand**, Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Breslau IX**, Göppertstr. 2.

Pazschke, Dr. **O.**, in **Dresden-N.**, Arndtstr. 6, I.

Pechl, **Kuno**, stud. phil. in **Wien VII**, Neustiftgasse 71/15.

Peirce, Dr. **George James**, Professor of Botany and Plant Physiology an der **Leland Stanford Junior University**, Kalifornien (U. S. A.).

Peklo, Dr. **O. Jaroslav**, Privatdozent an der Böhmischen Universität in **Prag VI**, Slupy 433.

Perkins, Dr. **Janet**, in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Straße 6—8. Botanisches Museum.

Peter, Dr. **A.**, Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Göttingen**, Wilhelm-Weber-Str. 2.

Peters, Dr. **Leo**, Kaiserl. Technischer Rat, Ständiger Mitarbeiter an der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Dahlem, in **Zehlendorf**-Mitte b. Berlin, Cecilienstr. 22.

Pfeffer, Dr. **W.**, Geh. Rat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Instituts und Botan. Gartens in **Leipzig.**

Pfeiffer, Gustav, cand. phil., Assistent am Botan. Institut der Universität in **Innsbruck.**

Philipps, W. Reginald, M. A., D. Sc., Professor am University College in **Bangor** (Wales), England.

Pilger, Dr. **R.**, Professor, Kustos am Botan. Garten, Privatdozent an der Universität und Dozent für Botanik an der Techn. Hochschule zu Charlottenburg, in **Berlin-Steglitz,** Hohenzollernstraße 1.

Pillai, A. Raman, stud. rer. nat. aus Trivandrum, Travancore (Indien) in **Göttingen,** Pflanzenphysiologisches Institut der Universität.

Pirotta, Dr. **R.**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Instituts in **Rom,** Via Panisperna 89B.

Plaut, Dr. **Menko,** Abteilungsvorsteher und Mikroskopiker a. d. K. Landw. Versuchsstation in **Hohenheim** (Württemberg).

Plümecke, Dr. **Otto,** Direktor des Lyzeums in **Berlin-Neukölln,** Berliner Straße 83.

Polowzow, Dr. **Warwara von,** in **St. Petersburg,** Botan. Laborat. d. Kais. Universität.

Pomorski, J., Professor der Agrikulturchemie, Direktor der Landwirtschaftlichen Versuchsstation in **Dublany** bei Lemberg.

Porodko, Dr. **Th.**, Privatdozent in **Odessa,** Bot. Institut d. Universität.

Porsch, Dr. **Otto,** Professor an der k. k. Universität in **Czernowitz,** Botan. Institut.

Portheim, Leopold, Ritter von, Leiter der Biologischen Versuchsanstalt der Kais. Akad. der Wissensch. in **Wien II,** k. k. Prater, Hauptallee.

Potter, M. C., M. A., Professor der Botanik am Durham College of Science in **Newcastle upon Tyne,** 14 Highbury, West Jesmond.

Poulsen, Dr. **Viggo A.**, Professor für pharmazeutische Botanik an der Universität in **Kopenhagen V,** Rosenvængets Hovedvej 29.

Pringsheim, Dr. **Ernst,** Professor, Privatdozent in **Halle a. S.**, Fasanenstr. 3.

Pritzel, Dr. **Ernst,** Oberlehrer am Realgymnasium in **Berlin-Lichterfelde,** Hans-Sachs-Straße 4.

Pulle, Dr. **A.**, Professor der speziellen Botanik und der Pflanzengeographie an der Universität in **Utrecht** (Holland).

Puriewitsch, Dr. **Konstantin,** Professor der Botanik an der Universität in **Kiew,** Botanisches Institut, Reiterska 28.

Raatz, Dr. **Wilhelm**, Botaniker an der Zuckerfabrik **Klein-Wanzleben** bei Magdeburg.

Rabbas, Dr. **P.**, Assistent an der Pflanzenphysiol. Versuchsstation der K. Gärtner-Lehranstalt zu **Berlin-Dahlem**.

Raciborski, *Dr.* ***M. von***, *Professor der Botanik und Direktor des* Botanischen Gartens in **Krakau**.

Radlkofer, Dr. **L.**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Universität, Direktor des Botanischen Museums (Herbariums), Mitglied der Akademie der Wissenschaften in **München**, Sonnenstraße 7, I.

Rawitscher, Dr. **F.**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Freiburg i. B.**

Rehder, **Alfred**, Assistent am Arnold-Arboretum in **Jamaica Plain**, Mass. (U. S. A.), 62 Orchard Str.

Rehsteiner, Dr. **Hugo**, Apotheker in **St. Gallen**.

Reiche, Dr. **Karl**, Professor der Botanik an der Universität Mexico (Escuela de Altos Estudios) und Sektionschef am Instituto Médico Nacional in **Mexico**, D. F. Apartado 656.

Reinhardt, Dr. **M. Otto**, Professor, Privatdozent der Botanik in **Berlin W 50**, Augsburger Str. 9.

Reinisch, **Olga**, in **Prag II**, Heinrichgasse 3.

Reinitzer, ***Friedrich***, *Professor an der Technischen Hochschule in* **Graz** (Steiermark).

Reinke, Dr. **Joh.**, Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Kiel**, Düsternbrook 17.

Reitler, Dr. **Josef**, Pfarrer in **Hamm**, Post **Conz** (Rheinland).

Remer, Dr. **Wilhelm**, in **Bunzlau** in Schlesien.

Renner, Dr. **Otto**, a. o. Professor an der Universität in **München**, Alfonsstr. 11.

Richter, Dr. **Oswald**, Professor für Anatomie und Physiologie der Pflanzen an der Universität in **Wien XVIII**, Hofstattgasse 15.

Richter, Dr. **P.**, Professor an der Paul-Gerhardt-Schule in **Lübben** in der Lausitz.

Riehm, Dr. **Eduard**, Ständiger Mitarbeiter der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Dahlem, in **Berlin-Steglitz**, Rothenburgstr. 37.

Rikli, Dr. **Martin**, Professor, Dozent und Konservator der botanischen Sammlungen am Eidgenössischen Polytechnikum in **Zürich II**, Brandschenkesteig 12.

Rimbach, Dr. **A.**, Professor der Botanik am Instituto de Agronomía in **Montevideo** (Uruguay).

Rippel, Dr. **August**, Assistent an der Großherzogl. Badischen Landw. Versuchsanstalt in **Augustenberg** bei Durlach (Baden).

Riß, Dr. **Marie Marthe**, in **Straßburg i. E.**, Vogesenstr. 47, II.

Robertson, **A. R.**, Lecturer in Botany an der Universität in **St. Andrews**, Schottland.

Rodewald, Dr. **Herm.**, Professor und Direktor des Landwirtschaftlichen Instituts in **Kiel**, Bartelsallee 20.

Rompel, Dr. **Josef**, S. J., Professor der Naturgeschichte am Jesuitengymnasium zu **Feldkirch** (Vorarlberg).

Rosen, Dr. **Felix**, Professor der Botanik an der Universität in **Breslau XVI**, Tiergartenstr. 30.

Rosenberg, Dr. **O.**, Professor der Botanik an der Universität in **Stockholm**, Tegnérlunden 4.

Roshardt, Dr. **P. A.**, Gymnasiallehrer in **Stans** (Schweiz).

Ross, Dr. **H.**, Konservator am Botanischen Museum in **München** 38, Stievestr. 7.

Rößler, Dr. **Wilhelm**, Professor, Oberlehrer in **Charlottenburg**, Spreestraße 15, IV.

Roth, Dr. **Ernst**, Professor, Oberbibliothekar der Universitätsbibliothek in **Halle a. d. S.**, Hohenzollernstraße 13.

Roth, Dr. **Franz**, in **Godesberg** b. Bonn, Bismarckstr. 5.

Rübel, Dr. **E.**, in **Zürich V**, Zürichbergstr. 30.

Rudolph, Dr. **Karl**, Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut der Deutschen Universität in **Prag II**, Weinbergsgasse 3a.

Ruhland, Dr. **W.**, Professor der Botanik an der Universität in **Halle a. S.**, Schillerstr. 54.

Ruttner, Dr. **Franz**, Assistent an der Biologischen Station in **Lunz** (Nieder-Österreich).

Rywosch, Dr. **S.**, in **Straßburg i. E.**, Gustav-Klotz-Str. 1.

Saccardo, Dr. **P. A.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens an der Universität in **Padua**.

Saida, Dr. **Kotaro**, Professor der Botanik in **Tokio** (Japan), Koisnikawa Doshinmashi Nr. 1.

Saito, Dr. **K.**, in **Dairen** (Dalny), Manchuria, the central laboratory of the South Manchuria Railway Co.

Sandt, **Walter**, stud. rer. nat. in **Löbau** Sa.

Saupe, Dr. **A.**, in **Dresden**, Kyffhäuserstraße 17.

Schade, Dr. **A.**, Gymnasiallehrer in **Dresden-A.**, Lindenaustraße 7.

Schaffnit, Dr. **E.**, Vorsteher des Instituts für Pflanzenschutz an der Kgl. Landwirtsch. Akademie in **Bonn-Poppelsdorf**, Nußallee 7.

Schander, Dr. **R.**, Professor, Vorstand der Abteilung für Pflanzenkrankheiten des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Landwirtschaft in **Bromberg**.

Schellenberg, Dr. **H. C.**, Professor a. d. Eidgen. Technischen Hochschule in **Zürich V**, Hofstraße 63.

Schenck, Dr. **Heinrich**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Technischen Hochschule und Direktor des Botanischen Gartens in **Darmstadt**, Nikolaiweg 6.

Scherffel, Aladár, in **Igló**, Zips, Ober-Ungarn.

Schiemann, Dr. **Elisabeth** in **Berlin**, Tauentzienstr. 7b.

Schikorra, Dr. **Georg**, Ständiges Mitglied des städtischen Untersuchungsamts für hygienische und gewerbliche Zwecke, in **Berlin-Wilmersdorf**, Wilhelmsaue 18, II.

Schikorra, Dr. **W.**, Assistent am Kaiser-Wilhelm-Institut für Landwirtschaft in **Bromberg**.

Schilling, Dr. **Aug. Jg.**, Oberlehrer, Privatdozent an der Technischen Hochschule in **Darmstadt**, Heinrichwingertsweg 55.

Schilling, Dr. **Ernst**, in **Dortmund**, Knappenbergstr. 112.

Schindler, Dr. **Bruno** in **Grünberg** i. Schl.

Schinz, Dr. **Hans**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens und des Botanischen Museums der Universität in **Zürich V**, Seefeldstraße 12.

Schips, Dr. **Martin** in **Schwyz** (Schweiz).

Schlicke, Dr. **A.**, in **Berlin-Niederschöneweide**, Berliner Str. 23.

Schlumberger, Dr. **O.**, Assistent an der Kaiserl. Biolog. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berlin-Dahlem**.

Schmid, Dr. **Günther**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Jena**, Kasernenweg 11.

Schmidle, **W.**, Professor, Direktor der Oberrealschule in **Konstanz i. B.**, Waldstr. 15.

Schneider, Dr. **Fritz**, in **Klein-Wanzleben** b. Magdeburg, Zuckerfabrik.

Schneider, Dr. **J. M.**, in **Altstaetten**, Kt. St. Gallen, Schweiz.

Schober, Dr. **Alfred**, Professor, Schulrat für das höhere Schulwesen in **Hamburg 23**, Richardstraße 86.

Schönau, Dr. **Karl von**, Kustos am K. Kryptogamanenherbar in **München**, Lachnerstr. 2, I, r.

Schönland, Dr. **S.**, Curator of the Albany Museum in **Grahamstown**, Südafrika (Kapkolonie).

Schorler, Dr. **Bernhard**, Professor, Oberlehrer und Kustos des Herbariums der Technischen Hochschule in **Dresden-A.**, Krenkelstr. 34.

Schottländer, Dr. **Paul**, Rittergutsbesitzer in **Wessig** bei Klettendorf.

Schrenk, Hermann von, B. S., A. M., Ph. D., Botanical Garden in **St. Louis**, Mo. (U. S. A.).

Schröder, Dr. **Bruno**, Lehrer in **Breslau**, Sadowastraße 88, II.

Schroeder, Dr. **Dominicus**, Assistent an der Versuchsstation für Pflanzenschutz in **Halle a. S.**, Goethestr. 21.

Schroeder, Dr. **Henry**, Professor an der Universität, Abteilungsvorsteher am Botanischen Institut in **Kiel**, Niemannsweg 61.

Schrodt, Dr. **Jul.**, Professor, Direktor der VII. Realschule in **Berlin SO 26**, Mariannenstraße 47, II.

Schröter, Dr. **C.**, Professor der Botanik an der Eidgen. Technischen Hochschule in **Zürich V**, Merkurstraße 70.

Schube, Dr. **Theodor**, Professor, Oberlehrer in **Breslau VIII**, Clausnitz-Straße 5.

Schubert, Dr. **O.**, Assistent der Rebenveredelungsstation in **Geisenheim** a. Rh.

Schüepp, Dr. **Otto**, in **Allschwil** bei Basel, Basler Straße 119.

Schütt, Dr **Franz**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens und Museums in **Greifswald**.

Schulow, Dr. **Iwan**, Professor in **Moskau**, Landwirtsch. Hochschule.

Schultz, Richard, Oberlehrer in **Sommerfeld**, Reg.-Bez. Frankfurt a. O., Pförtner Straße 13.

Schulz, Dr. **A.**, Professor, Privatdozent der Botanik in **Halle a. S.**, Albrechtstraße 10.

Schulz, Hermann, Lehrer in **Kassel**, Rothenditmolder Str. 14.

Schussnig, Bruno, Assistent für Botanik an der k. k. zoologischen Station in Triest, z. Zt. **Wien III**, Rennweg 14, k. k. bot. Institut.

Schwarz, Dr. **Frank**, Professor der Botanik an der Forstakademie in **Eberswalde**, Neue Schweizer Straße 21.

Schwarze, Dr. **Curt**, wissenschaftl. Hilfsarbeiter am Institut für allgemeine Botanik in **Hamburg**, z. Zt. Oberapotheker d. Res. in **Leipzig-Connewitz**, Reservelazarett II, Abt. 3, Hygienisch-chem. Untersuchungsstelle.

Schwede, Dr. **Rudolf**, Privatdozent, Assistent am Botanischen Laboratorium der Kgl. Technischen Hochschule in **Dresden-A.**, Gutzkowstr. 28.

Schweinfurth, Dr. **Georg**, Professor in **Berlin-Schöneberg**, Kaiser-Friedrich-Straße 8.

Schwendener, Dr. **S.**, Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin W 10**, Matthäikirchstraße 28.

Seckt, Dr. **Hans**, Profesor del Instituto Nacional del Profesorado Secundario in **Buenos Aires** (Argentinien), Belgrano, Superí 1830.

Seeger, Dr. **Rudolf**, in **Innsbruck**, Bot. Institut der Universität.

Seeliger, Dr. **Rud.**, Assistent a. d. Kais. Biol. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Str. 19.

Senft, **Emanuel**, Mag. Pharmac., k. k. Oberinspektor und Abteilungsleiter an der k. k. Landw.-chem. Versuchsstation in **Wien II**, Schüttelstr. 71.

Senn, Dr. **Gustav**, Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens in **Basel**, Schönbeinstr. 6.

Sernander, Dr. **Rutger**, Professor der Botanik in **Uppsala.**

Seydel, Dr. **Richard**, auf Farm **Nudis** bei Kubas (Deutsch-Südwestafrika).

Shibata, Dr. **K.**, Professor in **Tokio** (Japan) Koishikawa, Kobinatadaimachi I, 1.

Shull, Dr. **Geo. H.**, Professor der Botanik und Entwickelungslehre an der Universität in **Princeton** N. J. (U. S. A.).

Sieben, **Hubert**, Techniker am Botan. Institut der Universität in **Bonn.**

Sierp, Dr. **Hermann**, Assistent am Botan. Institut in **Tübingen**, Oesterbergstr. 2.

Simon, Dr. **Friedrich**, Professor, Oberlehrer in **Frankfurt a. M.**, Im Heimgarten 6.

Simon, Dr. **Joseph**, Professor, 1. Assistent am K. Botan. Garten in **Dresden-A.**, Stübelallee 2.

Simon, Dr. **Siegfried**, Privatdozent für Botanik in **Göttingen**, Nikolausberger Weg 53.

Singer, Dr. **Max**, Professor am Deutschen Staats-Gymnasium in **Prag**, Königliche Weinberge.

Skene, **Macgregor**, B. Sc., Botanical Department the University in **Aberdeen**, Schottland.

Snell, Dr. **Karl**, Société khed. d'Agric. à Bahtim in **Matarich** (Kairo), Ägypten, z. Z. Adr. **Brandenburg a. H.**, Packhofstr. 2.

Solereder, Dr. **Hans**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Instituts in **Erlangen**, Botan. Garten.

Sonder, Dr. **Chr.**, Apothekenbesitzer in **Oldesloe** (Holstein).

Späth, Dr. **Hellmut**, Baumschulenbesitzer in **Berlin-Baumschulenweg**, Späthstr. 1.

Sperlich, Dr. **Adolf**, a. o. Professor der Botanik an der Universität in **Innsbruck**, Kaiser-Wilhelm-Str. 16.

Spieckermann, Dr. **A.**, Professor, Vorsteher der Bakteriologischen Abteilung der Versuchsstation in **Münster i. W.**, Plöniesstr. 5, I

Spisar, Dr. **Karl**, Direktor der Landw. Landesversuchsanstalt in **Brünn** (Mähren).

Stahl, Dr. **Ernst**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Jena**.

Stameroff, Dr. **Kyriak**, Dozent der Botanik an der Universität zu **Odessa**, Puschkinskajastr. 8, Wohnung 15.

Stark, Dr. **Peter**, Assistent am Botan. Institut in **Leipzig**, Linnéstraße 1, z. Zt. **Karlsruhe i. B.**, Westendstr. 2.

Steinbrinck, Dr. **C.**, Professor am Realgymnasium in **Lippstadt**.

Steiner, **Rudolf**, k. k. Gymnasialprofessor in **Prag II**, Stephansgasse 20.

Steyer, Dr. **Karl**, Oberlehrer, Leiter der Staatlichen Pflanzenschutzstelle und Konservator des Naturhist. Museums in **Lübeck**, Huextertorallee 23.

Stiefelhagen, Dr. **Heinz**, in **Weißenburg i. E.**

Stoklasa, Dr. **Julius**, Hofrat, Professor und Direktor der Chemisch-Physiologischen Versuchsstation der Böhmischen Technischen Hochschule in **Prag**, Villa Gröbe.

Stoppel, Dr. **Rose**, in **Basel**, Hebelstr. 26.

Straszewski, **Heinrich v.**, in **München**, Luisenstr. 45, II.

Strauß, **H. C.**, Obergärtner am Botanischen Garten in **Berlin-Dahlem**.

Strecker, Dr. **Emil**, in **Brünn** (Mähren) Scheffelgasse 12.

Strigl, Dr. **Max**, in **Urfahr** bei Linz a. D., Oberösterreich, Collegium Petrinum, z. Zt. **Gleink**, (Ob. Oesterr.)

Svedelius, Dr. **Nils Eberhard**, Professor der Botanik an der Universität in **Uppsala** (Schweden), Botan. Institut.

Szücs, Dr. **Joseph**, in **Magiar-Ovar** (Ungarn), Pflanzenphysiolog. Versuchsanstalt.

Tahara, Dr. **M.**, in **Tokio**, Botanisches Institut der Universität.

Tanaka, Dr. **Ch.**, Professor der Botanik an der Hochschule für Seidenbau und Spinnerei in **Uyeda**, Schinano (Japan).

Ternetz, Dr. **Charlotte**, in **Basel**, Feldbergstr. 118.

Tessendorff, **Ferdinand**, Oberlehrer am Helmholtz-Realgymnasium zu Schöneberg, in **Berlin-Steglitz**, Grillparzerstraße 16.

Thomas, Dr. **Fr.**, Professor, emerit. Oberlehrer am Gymnasium Gleichense in **Ohrdruf**, Hohenlohestr. 14.

Thoms, Dr. **Hermann**, Geh. Regierungsrat, Professor, Direktor des Pharmazeutischen Instituts der Universität zu Berlin, in **Berlin-Steglitz**, Hohenzollernstr. 6.

Thost, Dr. **R.**, in **Berlin-Lichterfelde-Ost**, Wilhelmstr. 27.

Thum, Dr. **Emil**, k. k. Realschulprofessor in **Reichenberg** (Böhmen), Sperlgasse 7.

Tiesenhausen, Dr. **Manfred, Freiherr von**, *Assistent am Kaiser-Wilhelms-Institut* in **Bromberg.**

Tiegs, Dr. **E.**, in **Berlin-Steglitz**, Bismarckstr. 66.

Timpe, Dr. **H.**, Oberlehrer in **Hamburg-Eimsbüttel**, Am Weiher 29.

Tischler, Dr. **Georg**, Professor der Botanik und Direktor d. Botan. Instituts und Gartens an der Technischen Hochschule in **Braunschweig**, Bodestr. 46.

Tjebbes, Dr. **K.**, in **Hilleshög Nygård** b. Landskrona (Schweden).

Tobler, Dr. **Friedrich**, a. o. Professor der Botanik und Abteilungsvorsteher am Botanischen Institut der Universität in **Münster i. W.**, Langenstraße 17.

Tobler-Wolff, Dr. **Gertrud**, in **Münster i. W.**, Langenstr. 17.

Tokugawa, Dr. **Y.**, Marquis, in **Tokio**, Azabu, Fujimicho 33.

Toni, Dr. **G. B. de**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens, Lauréat de l'Institut de France, Herausgeber der „Nuova Notarisia", in **Modena.**

Tröndle, Dr. **Artur**, Privatdozent a. d. Universität in **Zürich 7**, Höhenweg 16.

Trow, Dr. **A. H.**, Professor der Botanik am University College of South-Wales and Monmouthshire in **Penarth**, Cardiff, 50 Clive Place.

Tschermak, Dr. **Erich, Edler v. Seysenegg**, Professor der Pflanzenzüchtung an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII**, Hochschulstr. 17.

Tschirch, Dr. **Alexander**, Professor der Pharmakognosie, pharmazeutischen und gerichtlichen Chemie, Direktor des Pharmazeutischen Instituts der Universität in **Bern.**

Tswett, Dr. **Michael**, Professor am Polytechnischen Institut in **Warschau**, Mokotowska 9.

Tubeuf, Dr. **Carl, Freiherr von**, Regierungsrat, Professor der Anatomie, *Physiologie und Pathologie der Pflanzen an der Universität* in **München**, Habsburger Str. 1.

Tunmann, Dr. **Otto**, Privatdozent der Pharmakognosie in **Bern**, Beundenfeldstr. 3.

Tuzson, Dr. **J.**, Professor der systematischen Botanik und Pflanzengeographie an der Universität in **Budapest.**

Ubisch, Dr. **Gerta von**, in **Berlin-Lichterfelde**, Marienstr. 7a.

Uhlworm, Dr. **Oskar**, Geh. Regierungsrat, Professor, Leiter des deutschen Bureaus der Internationalen Bibliographie der Naturwissenschaften, Redakteur der „Beihefte zum Botanischen Centralblatt", Chefredakteur des „Centralblatts für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten", in **Berlin W 15**, Hohenzollerndamm 4.

Ulbrich, Dr. **E.**, Assistent am Kgl. Botanischen Museum zu Dahlem, in **Berlin-Steglitz**, Schützenstr. 41, III.

Urban, Dr. **Ign.**, Geh. Regierungsrat, Professor, in **Berlin-Lichterfelde-W**, Asternplatz 2.

Ursprung, Dr. **Alfred**, Professor der Botanik an der Universität in **Freiburg** (Schweiz), Botanisches Institut.

Vöchting, Dr. **H. von**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Tübingen.**

Voigt, Alban, in **Dresden-A.**, Bayreuther Straße 31.

Voigt, Dr. **Alfred**, Professor, Direktor des Instituts für angewandte Botanik in **Hamburg VII**, Wandsbeker Stieg 13.

Volkart, Dr. **A.**, Assistent an der Eidgenössischen Samenkontrollstation in **Zürich IV**, Frohburgstraße.

Volkens, Dr. **Georg**, Professor, Kustos am Botanischen Museum zu Dahlem, in **Berlin W 57**, Goebenstr. 12.

Voß, Dr. **W.**, Oberlehrer in **Itzehoe** (Holstein), Friedrichstr. 45.

Votsch, Dr. **Wilhelm**, Oberlehrer in **Delitzsch**, Eilenburger Str. 58.

Vouk, Dr. **Vale**, Professor für Botanik, Direktor d. Kgl. Botan. Gartens und des Bot.-physiol. Instituts der Königl. Franz-Joseph-Universität in **Agram** (Zagreb), Kroatien.

Wächter, Dr. **Wilhelm**, Sekretär der Deutschen Botanischen Gesellschaft, in **Berlin-Steglitz**, Düntherstr. 5, p.

Wager, Harold, Inspector of Science Schools for the Science and Art Department in London, in **Leeds** (England), Horsforth Lane, Far Headingley.

Wagner, Dr. **Adolf**, Professor der Botanik an der Universität in **Innsbruck**, Feldgasse 14.

Wahl, Dr. **Carl von**, Großherzogl. Bad. Versuchsanstalt Augustenberg bei **Durlach** (Baden), Moltkestr. 9.

Wangerin, Dr. **W.**, Dozent an der Technischen Hochschule in **Danzig-Langfuhr**, Kastanienweg 7.

Warburg, Dr. **O.**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität, Lehrer am Orientalischen Seminar, in **Berlin W**, Uhlandstraße 175.

Weber, Dr. **C. A.**, in **Bremen**, Friedrich-Wilhelm-Str. 24.

Weber, Dr. **Friedrich**, Assistent am Botanischen Institut in **Graz**, Grillparzerstr. 8.

Wehmer, Dr. **C.**, Professor, Dozent an der Technischen Hochschule, Vorstand der Bakteriologischen Abteilung des Technisch-Chemischen Instituts der Kgl. Technischen Hochschule, Herausgeber des „Mycologischen Centralblattes", in **Hannover**, Alleestraße 35.

Wehrhahn, W., Lehrer in **Hannover**, Im Moore 26.

Weis, Dr. **Fr.**, Professor der Botanik an der Landwirtschaftl. Hochschule in **Kopenhagen.**

Weiß, Dr. **Fr. E.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanical Laboratory of the Owens College in **Manchester.**

Weiße, Dr. **Arthur**, *Professor, Gymnasialoberlehrer in* **Zehlendorf** (Wannseebahn) bei Berlin, Annastr. 11.

Went, Dr. **F. A. F. C.**, Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens in **Utrecht** (Holland).

Werth, Dr. **Emil**, wissensch. Hilfsarbeiter a. d. Kais. Biolog. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Dahlem in **Berlin-Wilmersdorf**, Binger Str. 17.

Wettstein, Dr. **Richard, Ritter von Westerheim**, Hofrat, Professor und Direktor des Botan. Gartens und Museums der Universität Wien, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, Herausgeber der Österreichischen botan. Zeitschrift, in **Wien III**, Rennweg 14.

Wetzel, Curt, Seminaroberlehrer in **Leipzig-Connewitz**, Kgl. Lehrerseminar.

Wiedersheim, Dr. **Walther**, in **Hemigkofen-Nonnenbach** a. Bodensee (Württemberg).

Wieler, Dr. **A.**, Professor, Dozent für Botanik an der Technischen Hochschule in **Aachen**, Nizza-Allee 71.

Wiesner, Dr. **Jul.**, **Ritter von**, k. k. Hofrat, emer. Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen, Direktor des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Wien IX**, Liechtensteinstr. 12.

Wilhelm, Dr. **K.**, Professor der Botanik an der Hochschule für Bodenkultur, in **Wien XVIII**, Hochschulstr. 17 (Türkenschanze).

Willis, John C., Direktor des Bot. Gartens in **Rio de Jareiro.**

Wilson, William Powell, Direktor of the Philadelphia Commercial Museum in **Philadelphia** (U. S. A.).

Windel, Dr. **Erich**, Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut der Universität in **Berlin-Dahlem**, z. Zt. Adr. Bergwerksdirektor Friedrich Stolz, Charlottenburg, Bismarckstr. 45 III.

Winkelmann, Dr. **J.**, Professor, in **Stettin**, Pölitzer Straße 85, III.

Winkler, Dr. **Hans,** Professor, Direktor des Botan. Gartens und des Instituts für allgemeine Botanik, in **Hamburg,** Woldsenweg 12.

Winkler, Dr. **Hubert,** Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität, Assistent am Botanischen Garten in **Breslau.**

Wirtgen, Ferd., Rentner in **Bonn,** Niebuhrstr. 55.

Wislouch, Dr., Privatdozent der Botanik an der Medizinischen Frauenhochschule in **St. Petersburg.**

Wißmann, Apotheker in **Geisenheim** (Rheingau), Landstr. 47.

Wittmack, Dr. **L.,** Geheimer Regierungsrat, Professor an der Universität, in **Berlin NW,** Platz am Neuen Tor 1.

Włodek, Dr. **Johann von,** in **Krakau** (Galizien), Pedzichów-boczna 5.

Wollenweber, Dr. **W.,** in **Washington** (U. S. A.), Dep. of Agr. Lab. of Plant Industry, z. Zt. **Berlin-Dahlem,** k. biol. Anstalt f. Land- u. Forstwirtschaft.

Wortmann, Dr. **J.,** Geh. Reg.-Rat, Professor, Direktor der Versuchs- und Lehranstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau zu **Geisenheim a. Rh.**

Wulff, Dr. **Eugen,** in **Moskau,** Sretenka. M. Golowin pereulok 5.

Yamanouchi, Dr. **Shigeo,** Prof. of Botany, the University of **Chicago** Ill. (U. S. A.)

Yapp, R. H., Professor am University College in **Aberystwyth** (Wales).

Zahlbruckner, Dr. **A.,** Leiter der Botanischen Abteilung des Naturhistor. Hofmuseums in **Wien I,** Burgring 7.

Zander, A., Professor, Oberlehrer am Bismarck-Gymnasium in **Berlin-Halensee,** Westfälische Straße 59, III.

Zeijlstra, Fzn. Dr. **H. H.,** Direktor des „Kolonial Landbouw.-Museum" in **Deventer** (Holland), Zwolsche Weg 65.

Zikes, Dr. **Heinrich,** Privatdozent an der k. k. Universität, Professor und Direktorstellvertreter an der Österr. Akademie für Brauindustrie in **Wien XVIII,** Michaelerstr. 25.

Zimmermann, Dr. **Albrecht,** Professor, Botaniker an der Biologischen Station **Amani,** Poststation Tanga (Deutsch-Ostafrika).

Verstorben.

Lemmermann, Dr. **E.**, Assistent für Botanik am Städtischen Museum für Natur-, Völker- und Handelskunde in **Bremen.** Verstarb am 11. Mai 1915.

Schulze Max, Professor in **Jena.** Verstarb am 28. Mai 1915.

Ule, Ernst, Botanischer Forschungsreisender in **Berlin-Dahlem.** Verstarb am 15. Juli 1915.

Orth, Dr. **A.**, Geh. Reg.-Rat, Professor und Direktor des agronomisch-pedologischen Instituts der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Berlin.** Verstarb am 23. August 1915.

Grün, Dr. **Carl** in **Biersdorf** b. Betzdorf a. d. Sieg. Im Kriege gefallen am 31. August 1915.

Minder, Dr. **F.** in **Brake** (Oldenburg). Im Kriege in der Champagne gefallen am 11. Oktober 1915.

Abranovicz, Dr. **Erna** in **Wien.** Verstarb am 1. November 1915 im Sanatorium Grimmenstein.

Kraus Dr. **Gregor**, Professor der Botanik und Pharmakognosie in **Würzburg.** Verstarb am 14. November 1915.

Klein, Dr. **J.**, Professor der Botanik an der kgl. ungar. Technischen Universität in **Budapest.** Verstarb am 21. November 1915.

Solms-Laubach, Dr. **H. Graf zu**, Professor der Botanik an der Universität und Redakteur der „Zeitschrift für Botanik“, in **Straßburg i. Els.** Verstarb am 24. November 1915.

Hildebrand, Dr. **F.**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik in **Freiburg i. B.** Verstarb am 30. Dezember 1915.

Sorauer, Dr. **Paul**, Geh. Reg.-Rat, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität, Redakteur der „Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten“, in **Berlin-Schöneberg.** Verstarb am 9. Januar 1916.

Rothert, Dr. **Wladislaw**, *früher Professor der Botanik an der Universität* **Odessa.** Verstarb 1916 in St. Petersburg.

Register zu Band XXXIII.

I. Geschäftliche Mitteilungen.

Seite
Sitzung vom 29. Januar 1915 1
(Vortrag des Herrn Geh. Bergrat Prof. Dr. KEILHACK über „*Die* Vegetationsverhältnisse tropischer und subtropischer Flach- und Hochmoore auf Ceylon.) . . . .
Sitzung vom 26. Februar 1915 59
(Adresse an Herrn Geh. Rat PFEFFER zu seinem 70 Geburtstage 59
Erwiderung Prof. PFEFFERS 62
Herr G. HABERLANDT bespricht in Kürze das Vorkommen von Drüsenhaaren an Wurzeln 68
Herr LINDNER erläutert seine Farbschattenaufnahmen mittels parallelen *Lichtes*) 65
Sitzung vom 26. März 1915 128
Sitzung vom 30. April 1915 163
Sitzung vom 28. Mai 1915 244
(Mitteilung betr. Generalversammlung 243
Vortrag des Herrn E. ULE über „Biologische Beobachtungen im Amazonasgebiet") 244
Sitzung vom 25. Juni 1915 279
(Mitteilung des Vorsitzenden über Glückwunschadresse an Herrn Geh. Rat Prof. Dr. ORTH zu seinem 80. Geburtstage und über das Dankschreiben des Jubilars) 279
Sitzung vom 30. Juli 1915 315
Sitzung vom 29. Oktober 1915 387
(Ergebnis der Wahl des Berliner Vorstandes 388
Herr LINDNER spricht über seine Untersuchungen über fettspeichernde Pilze, insbesondere des *Endomyces vernalis* Ludwig) 388
Sitzung vom 26. November 1915 487
Sitzung vom 30. Dezember 1915 517
(Ergebnis der Wahl des Präsidenten, seines Stellvertreters und des Ausschusses für 1916 517
Herr A. BLOCHWITZ legt mikroskopische Präparate von Belt'schen Körperchen der *Accacia sphaerocephala* vor) 517
Bericht über den Stand der Gesellschaft . . . . (1)
Rechnungsablage für das Jahr 1914 und Voranschlag für 1915 . . . . . (3)
Verzeichnis der Pflanzennamen . . . . (113)
Mitgliederliste . . . . (124)

2. Nachrufe.

Seite

Philippe van Tieghem 1839—1914 von R. CHODAT . . . . (5)
Veit Brecher Wittrock von N. WILLE (mit Bildnis) . . . . (25)
Gustav Bohutinsky von V. VOUK . . . . (49)
Wilhelm Pietsch von OTTO APPEL . . . . (50)
Ernst Ule von H. HARMS . . . . (52)
Albert Orth von L. WITTMACK (mit Bildnis) . . . . (60)
Friedrich Minder von HANS KNIEP . . . . (66)
Gregor Kraus von HANS KNIEP (mit Bildnis) . . . . (69)
Hermann Graf zu Solms-Laubach von L. JOST (mit Bildnis) . . . . . . (95)

3. Wissenschaftliche Mitteilungen.

Bachmann, E.: Kalklösende Algen. (Mit Tafel III.) 45
Buchheim, Alexander: Zur Biologie von Melampsora Lini 73
Dingler, Hermann: Die Flugfähigkeit schwerster geflügelter *Dipterocarpus*-Früchte. (Mit 4 Tabellen und Tafel VIII) 348
Dittrich, G.: Pilzvergiftungen im Jahre 1915 508
Friedemann, U. und Magnus, W.: Das Vorkommen von Pflanzentumore erzeugenden Bakterien im kranken Menschen. (Mit Tafel IV.) 96
Gassner, Gustav: Altes und Neues zur Frage des Zusammenwirkens von Licht und Temperatur bei der Keimung lichtempfindlicher Samen 203
— — Einige neue Fälle von keimungsauslösender Wirkung der Stickstoffverbindungen auf lichtempfindliche Samen 217
— — Über einen Fall von Weißblättrigkeit durch Kältewirkung. (Mit Tafel X.) 478
Geisenheyner, Ludw.: Der Schleuderapparat von *Dictamnus fraxinella* Pers. (Mit einer Abbildung im Text.) 442
Günthart, A.: Über die Blüten und das Blühen der Gattung *Ribes*. (Mit 4 Abbildungen im Text.) 75
Guttenberg, Hermann von: Zur Kenntnis des Spritzmechanismus von *Ecballium Elaterium* Rich. (Mit Tafel I.) 20
Heinricher, E.: Zur Frage nach der assimilatorischen Leistungsfähigkeit der Hexenbesen des Kirschbaumes. (Mit 2 Abbildungen im Text.) 245
Jaccard, Paul: Über die Verteilung der Markstrahlen bei den Coniferen 492
Killian, K.: Über die Entwicklung der Perithecien bei *Venturia inaequalis* (Cooke) Ad. (Vorläufige Mitteilung.) (Mit 2 Textfiguren.). . . 164
Küster, Ernst: Über Anthocyan-Zeichnung und Zellen-Mutation 536
Kuhn, E.: Neue Beiträge zur Kenntnis der Keimung von *Phacelia tanacetifolia* Benth. (Vorläufige Mitteilung.) 367
Leick, Erich: Die Erwärmungstypen der Araceen und ihre blütenbiologische Deutung 518
Leininger, Hermann: Physiologische Untersuchungen über *Cyathus striatus* Willd. (Mit 3 Abbildungen im Text.) 288
Magnus, W. siehe **Friedemann** 96
Meyer, Arthur: Die in den Zellen vorkommenden Eiweißkörper sind stets ergastische Stoffe 373
Molisch, Hans: Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. I: Über einen leicht kristallisierenden Gerbstoff in *Dionaea muscipula*. (Mit 8 Abbildungen im Text.) 447

Seite

Nothmann-Zuckerkandl, Helene: Über die Erregung der Protoplasmaströmung durch verschiedene Strahlenarten. (Mit 2 Abbildungen im Text.) 301

Pascher, A.: Animalische Ernährung bei Grünalgen. (Mit Tafel IX.) . . 427

— — Über *Halosphaera*. (Vorläufige Mitteilung.) 488

Plaut, Menko: Mit Fettfarbstoffen gefärbte Terpentinkitte, sowie über die Verwendung von Gelbglyzerin als Holz- und Korkreagens. (Mit einer Abbildung im Text.) 183

Pringsheim, E. G.: Bemerkungen zu IWANOWSKIs „Beitrag zur physiologischen Theorie des Chlorophylls" 379

Reinke, J.: Eine bemerkenswerte Knospenvariation der Feuerbohne nebst allgemeinen Bemerkungen über Allogonie 324

Renner, O.: Erwiderung auf den Aufsatz von A. URSPRUNG: Filtration und Hebungskraft 280

Rippel, August: Über die Ausbildung der Endodermis in oberirdischen Organen, besonders im Laubblatt. (Mit 2 Abbildungen im Text.) 198

Roshardt, P. A.: Schwimm- und Wasserblätter von *Nymphaea alba* L. (Mit Tafel XI) 499

Rübel, E.: Ergänzungen zu BROCKMANN-JEROSCH und RÜBELs Einteilung der Pflanzengesellschaften 2

Schellenberg, H. C.: Zur Kenntnis der Winterruhe in den Zweigen einiger Hexenbesen 118

— — Ein neuer Brandpilz auf *Arrhenatherum elatius* (L.) M. u. K. (Mit einer Abbildung im Text und Tafel VII) 316

Schulz, A.: Über einen neuen Fund von hallstattzeitlichen Kulturpflanzen- und Unkräuter-Resten in Mitteldeutschland 11

— — Über eine Emmerform aus Persien und einige andere Emmerformen (Mit Tafel VI.) 233

Sperlich, Adolf: Mit starkem Langtriebausschlag verbundenes Oedem am Hauptstamme jugendlicher Topfpflanzen von *Pinus longifolia* Roxb. und *canariensis* Ch. Smith und seine Heilung durch vorzeitige Borkenbildung. (Mit 7 Abbildungen im Text.) 416

Stark, Peter: Über die Schwankungen der Gliederzahl im Laubblattquirl von *Paris quadrifolia*. (Vorläufige Mitteilung.) (Mit 8 Figuren im Text.) 265

— — Untersuchungen über Kontaktreizbarkeit. (Vorläufige Mitteilung.) 389

Steinbrinck, C.: Über den Nachweis von Kohäsionsfalten in geschrumpften Antherengeweben 66

— — Zu den Kohäsions- und Osmose-Fragen 451

Ule, E.: Über einige eigentümliche Zweigbildungen der Bäume des Amazonasgebietes. (Mit Tafel V.) 128

— — Über brasilianische Rafflesiaceen 468

Ursprung, A.: Zur Demonstration der Blasenbildung in Wasser von verschiedenem Luftgehalt. (Mit einer Textabbildung.) 108

— — Filtration und Hebungskraft 112

— — Über die Blasenbildung in Tonometern 140

— — Über die Kohäsion des Wassers im Farnannulus. (Mit 2 Abbildungen im Text.) 153

— — Zweiter Beitrag zur Demonstration der Flüssigkeitskohäsion. (Mit einer Abbildung im Text.) 258

Seite

Vouk, V.: Die Umstimmung des Phototropismus bei *Chara* sp. 410

— — Zur Kenntnis der mikrochemischen Chitin-Reaktion 413

Vries, Hugo de: Über amphikline Bastarde 461

Wangerin, W.: Vorläufige Beiträge zur kartographischen Darstellung der Vegetationsformationen im nordostdeutschen Flachland unter besonderer Berücksichtigung der Moore 168

Wasicky, R.: Zur Mikrochemie der Oxymethylantbrachinone und über ein Anthraglykoside spaltendes Enzym im Rhabarber. (Mit Tafel II.) 37

Wehmer, C.: Praktische Sammlungskästen und -schränke für Mikroorganismen-Reinkulturen. (Mit 2 Abbildungen im Text.) 284

Wille, Fritz: Zur Biologie von *Puccinia Arenariae* (Schum.) Winter . . . 91

Wittmack, L.: *Hierochloe odorata* mit drei Narben. (Mit einer Abbildung im Text.) 274

Verzeichnis der Tafeln.

Tafel I zu **Hermann von Guttenberg**, Erklärung auf Seite 37.

Tafel II zu **R. Wasicky**, Erklärung auf Seite 45.

Tafel III zu **E. Bachmann**, Erklärung auf Seite 57.

Tafel IV zu **U. Friedemann** und **W. Magnus**, Erklärung auf Seite 107.

Tafel V zu **E. Ule**, Erklärung auf Seite 132.

Tafel VI zu **A. Schulz**, Erklärung auf Seite 242.

Tafel VII zu **H. C. Schellenberg**, Erklärung auf Seite 322.

Tafel VIII zu **Hermann Dingler**, Erklärung auf Seite 366.

Tafel IX zu **A. Pascher**, Erklärung auf Seite 442.

Tafel X zu **Gustav Gassner**, Erklärung auf Seite 486.

Tafel XI zu **P. A. Boshardt**, Erklärung auf Seite 507.

Übersicht der Hefte.

Heft 1 (S. 1—58), ausgegeben am 25. Februar 1915.

Heft 2 (S. 59—126), ausgegeben am 25. März 1915.

Heft 3 (S. 127—162), ausgegeben am 29. April 1915.

Heft 4 (S. 163—242), ausgegeben am 27. Mai 1915.

Heft 5 (S. 243—278), ausgegeben am 24. Juni 1915.

Heft 6 (S. 279—314), ausgegeben am 29. Juli 1915.

Heft 7 (S. 315—386), ausgegeben am 15. September 1915.

Heft 8 (S. 387—486), ausgegeben am 25. November 1915.

Heft 9 (S. 487—517), ausgegeben am 29. Dezember 1915.

Heft 10 (S. 517—535), ausgegeben am 27. Januar 1916.

Schlußheft [S. (1)—(160)], ausgegeben am 25. April 1916.

Berichtigungen.

S. 277, Zeile 5 von unten, lies VELENOVSKY statt HACKEL.

S. 278, Zeile 1 von oben, lies *brasiliensis* statt *biosiliensis*.

S. 285, zu Abb. 2: Der kurze Fuß des Schrankes ist versehentlich an der Reproduktion der Photographie fortgelassen, so daß der Schrank scheinbar mit der unteren Türkante abschließt. Eine Änderung des fertigen Klischees war leider nicht mehr möglich.

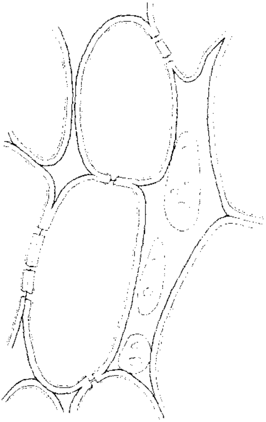


Fig. 1

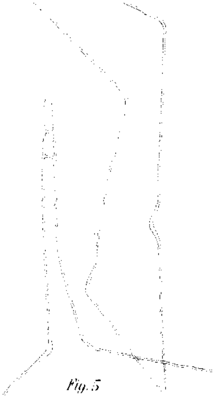


Fig. 5

Fig. 4

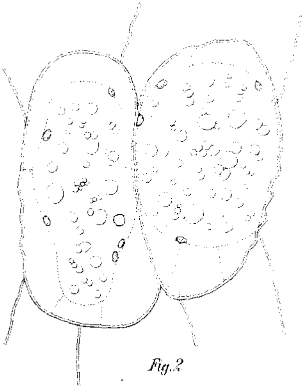


Fig. 2

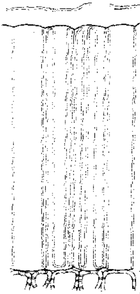
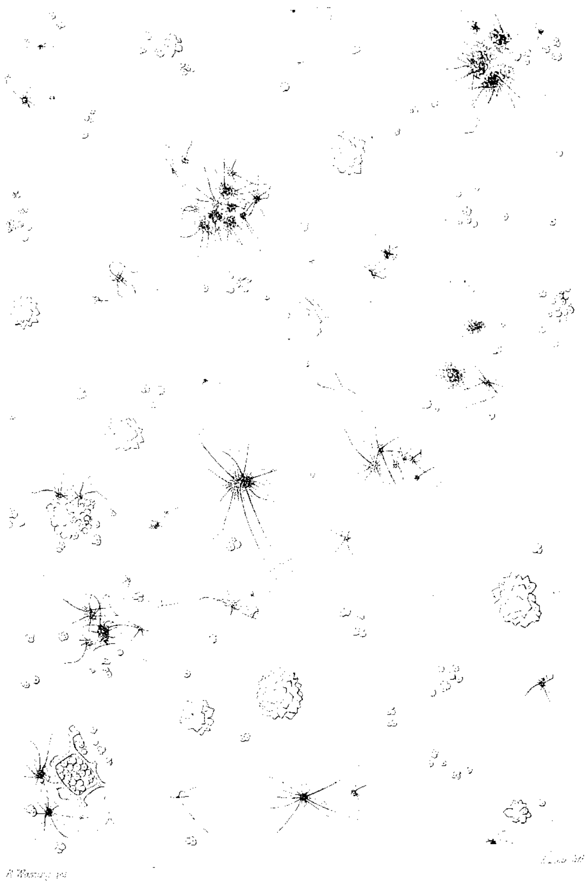
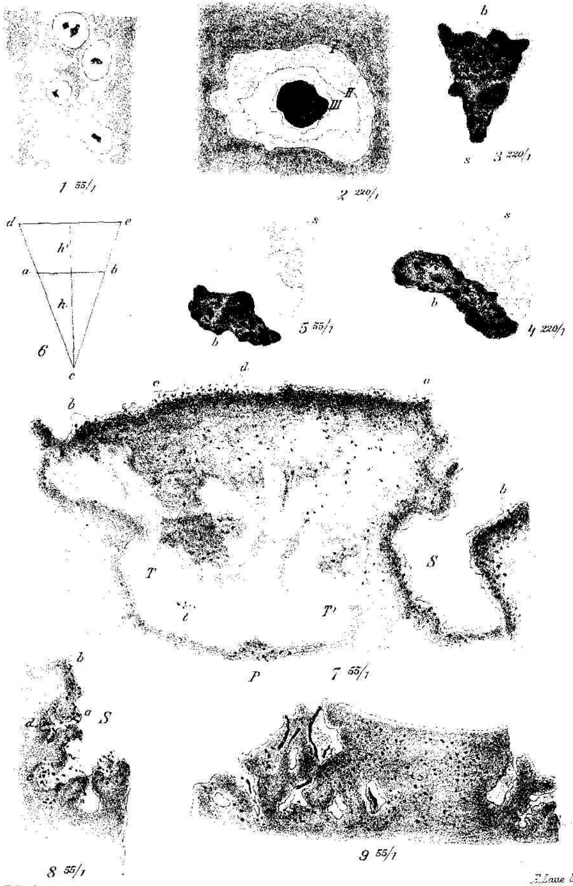


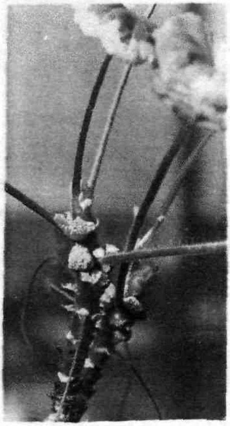
Fig.



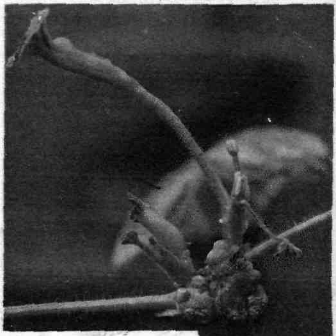


E. Bachmann gez.

E. Laue lith.



1.

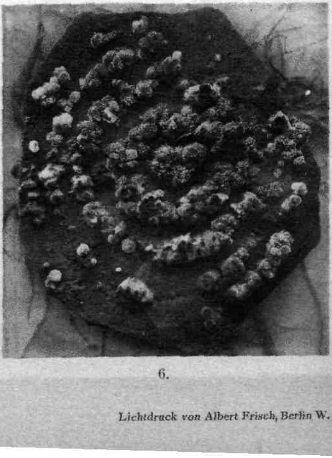


2.

5.

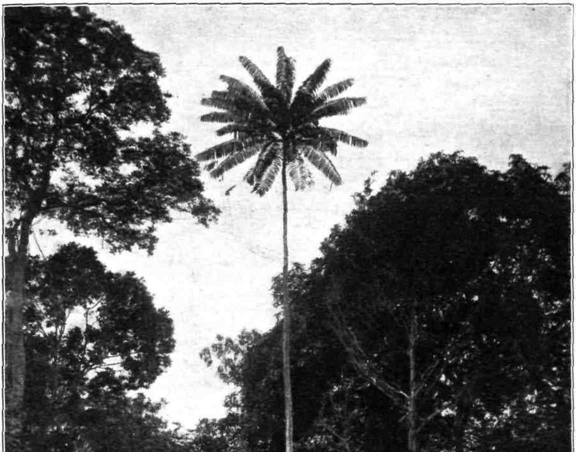
3.

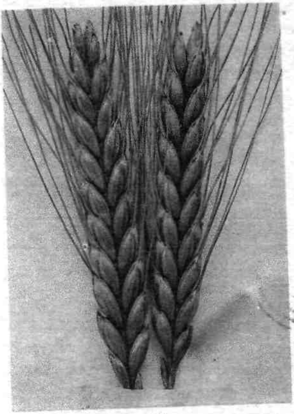
4.



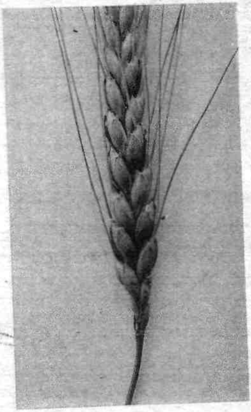
6.

Photogr. W. Magnus. Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

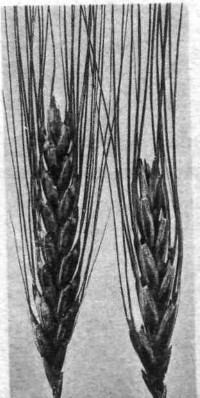




1



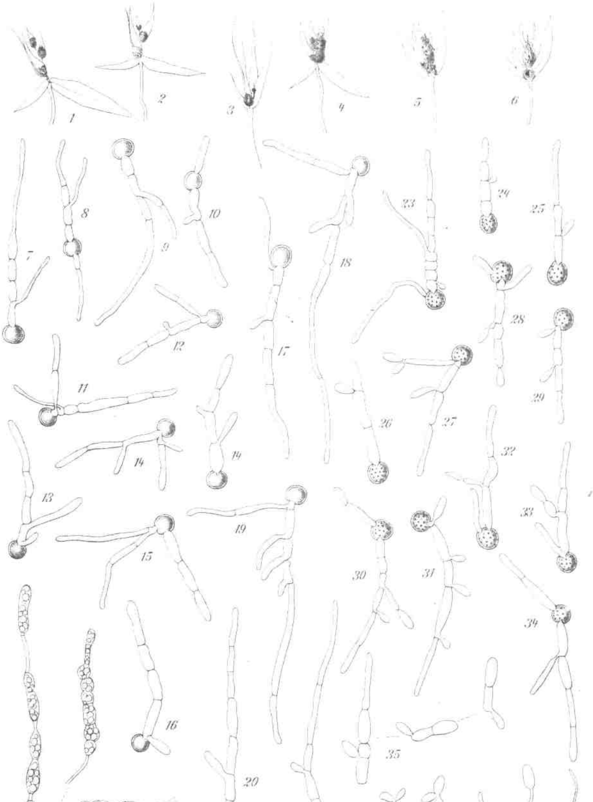
2



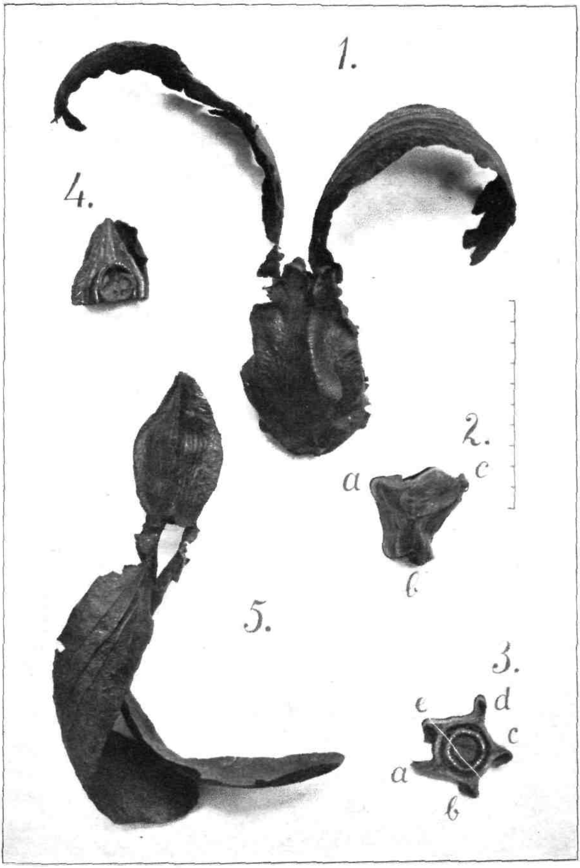
4 3

5 6

8 7



H. C. Schellenberg
E. Laue lith.


1.
4.
2.
a
c
b
5.
3.
e
d
c
a
b

Pascher gez. E. Laue lith.

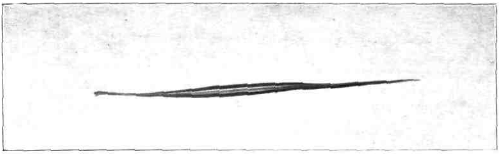


Abb. 4.

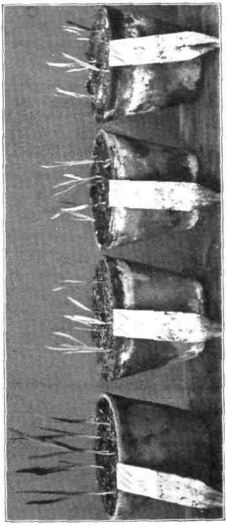


Abb. 1.

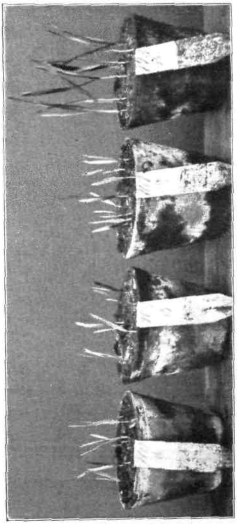


Abb. 2.

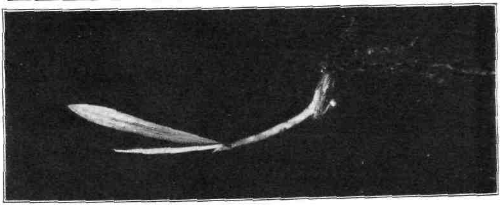
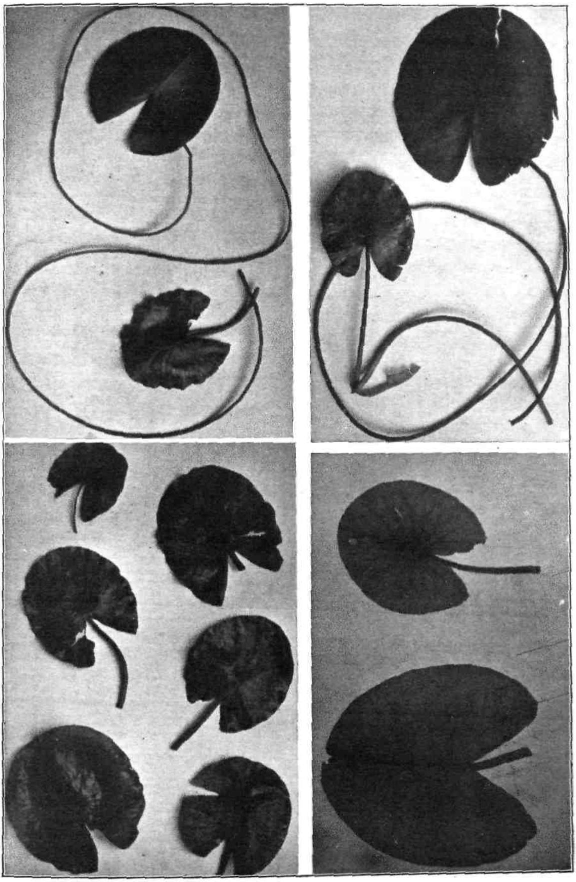


Abb. 3.

1. 2.



3. 4.